

**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI**  
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE**  
**SITO NUCLEARE DI BOSCO MARENCO (AL)**

**Rapporto anno 2017**

Relazione tecnica n. 8/SS21.02/2018

<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari	
	<b>Nome:</b> Luca Albertone	
	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari	
	<b>Nome:</b> Giuseppe Tozzi	
<b>Verifica</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Siti Nucleari	
	<b>Nome:</b> Laura Porzio	
<b>Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni	
	<b>Nome:</b> Giovanni d'Amore	

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## INDICE

1	PREMESSA	3
2	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E CONTROLLO	3
3	LE STRATEGIE DI CONTROLLO	4
4	ATTIVITÀ SVOLTE DALL'IMPIANTO NELL'ANNO 2017	5
5	LE RETI DI MONITORAGGIO	6
6	METODOLOGIA DI MISURA	7
7	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	9
8	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	10
8.1.	Monitoraggio ambientale ordinario – risultati delle misure	10
9	ATTIVITÀ DI CONTROLLO	29
9.1.	Controllo degli scarichi di effluenti radioattivi	29
9.2.	Controllo dei materiali allontanabili dall'impianto	29
9.3.	Principio di incendio del 26/10/2017	30
10	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	30
11	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	32

## 1 PREMESSA

In questa relazione vengono riassunti i risultati del monitoraggio radiologico ambientale condotto da Arpa Piemonte nell'anno 2017 presso il sito nucleare di Bosco Marengo (AL).

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 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 23-6389 del 19/01/2018 – e successivamente con la legge regionale n. 5 del 18 febbraio 2010 "Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti".

I compiti di controllo su tutti gli aspetti della sicurezza nucleare sono invece in capo all'ISPRA, autorità di sicurezza nazionale (capo VII del D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.). Tuttavia Arpa Piemonte svolge alcune attività di controllo in collaborazione con ISPRA in attuazione del "Protocollo operativo tra Arpa Piemonte e Apat" siglato nel 2005 e rinnovato nel 2015.

## 2 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

La sorveglianza presso i siti nucleari viene effettuata da Arpa Piemonte sia attraverso la gestione di reti di monitoraggio radiologico ambientale, ordinarie e straordinarie, sia attraverso lo svolgimento di attività di controllo puntuale.

### **Reti locali di monitoraggio**

Il monitoraggio radiologico ambientale è uno strumento che consente di valutare lo stato della contaminazione radioattiva dell'ambiente e conseguentemente di stimare la dose efficace alla popolazione, grandezza proporzionale al rischio indotto dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Le misure di concentrazione effettuate sulle varie matrici campionate vengono pertanto utilizzate per calcolare la dose agli individui dei gruppi di riferimento della popolazione, tenendo conto delle abitudini alimentari e di vita.

In via generale si può distinguere tra due diverse tipologie: il monitoraggio ordinario ed il monitoraggio straordinario.

#### • *Il monitoraggio ordinario*

Viene effettuato con il fine di segnalare tempestivamente l'insorgere di situazioni anomale e di fenomeni di accumulo di particolari radionuclidi rilasciati nell'ambiente in modo autorizzato. Un monitoraggio, per essere uno strumento efficace, deve essere pianificato sulla base delle indicazioni che emergono da uno studio preliminare. Questo studio, partendo, per ogni sito, dalle informazioni sulle modalità e sulla quantità di effluenti radioattivi scaricati, consente di

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

individuare, con l'ausilio di opportuni modelli di diffusione, le vie critiche ed i gruppi di riferimento della popolazione. Vengono così scelte le matrici ambientali ed alimentari da campionare, i punti di campionamento significativi e la frequenza di campionamento.

- **Il monitoraggio straordinario**

Viene effettuato in occasione di particolari attività o dopo il verificarsi di una situazione anomala, incidentale o di calamità naturale che interessi un sito nucleare. In questo caso il monitoraggio viene pianificato in funzione dell'accaduto e non ha più una funzione strettamente preventiva ma è mirato alla verifica delle eventuali conseguenze indotte sull'ambiente dall'evento in questione.

### **Attività di controllo**

Vengono svolte, in collaborazione con ISPRA, le seguenti attività di controllo:

- la sorveglianza in occasione di attività particolari o di eventi anomali;
- il controllo degli scarichi di effluenti radioattivi liquidi di tutti gli impianti mediante il campionamento e l'analisi di un campione dai serbatoi di raccolta prima di ogni scarico;
- il controllo dei materiali allontanabili.

## **3 LE STRATEGIE DI CONTROLLO**

Sono state applicate le strategie di controllo descritte nel documento *Strategie di monitoraggio e controllo dei siti nucleari* e 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.

I limiti fissati dalla normativa 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. Solo 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" – definisce le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

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.

### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

#### **Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

- 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 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 e cautelativo continuare ad utilizzare come livello operativo il valore soglia per la non rilevanza radiologica. Inoltre si è tenuto conto dei valori di screening fissati per alcune grandezze a livello internazionale (World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011) e comunitario (Raccomandazione 2000/473/Euratom).

### **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 sia di attribuzione.

Pertanto sono stati messi a punto metodi di prova che assicurano limiti di rivelabilità adeguati (Tabella 2) e sono stati adottati opportuni criteri di analisi statistica dei dati che consentano di evidenziare dati anomali rispetto alle serie storiche. Tali dati anomali possono essere indice di:

- rilasci che comportano livelli di contaminazione confrontabili con il fondo ambientale locale (per esempio nei suoli e nei sedimenti);
- incremento di fenomeni di rilascio in atto (per esempio il rilascio di contaminanti nella falda acquifera superficiale).

Disponendo di una 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, per ogni matrice e per ogni parametro è stato possibile definire un limite d'azione, cioè un 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.

### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

#### 4 ATTIVITÀ SVOLTE DALL'IMPIANTO NELL'ANNO 2017

Nel corso del 2017 sono continuate le attività di decommissioning dell'impianto. Tra queste si segnalano in particolare:

- la predisposizione di una rete di piezometri per il controllo dell'acqua di falda superficiale;
- il monitoraggio finale dei materiali ai fini del loro allontanamento dal sito privi di vincoli radiologici.

Nel corso dell'anno 2017 l'impianto ex FN-SO.G.I.N di Bosco Marengo (AL) ha effettuato 3 scarichi di effluenti radioattivi liquidi. Tali scarichi sono stati convogliati in una vasca di accumulo che nel corso dell'anno 2017 non è stata svuotata nel Rio Lovassina.

#### 5 LE RETI DI MONITORAGGIO

Nell'anno 2017 la rete di monitoraggio ordinario del sito di Bosco Marengo è stata implementata con 4 nuovi pozzi situati entro i confini dell'impianto e finalizzati al controllo dell'acqua di falda superficiale nella zona interessata dal ritrovamento dei fusti interrati del 2014.

La rete è stata a suo tempo predisposta con apposito studio radioecologico che ha permesso di individuare le matrici ambientali e alimentari considerate come indicatori locali, la frequenza minima di campionamento, le determinazioni analitiche da effettuare ed i valori di riferimento da adottare di cui al Paragrafo 3.

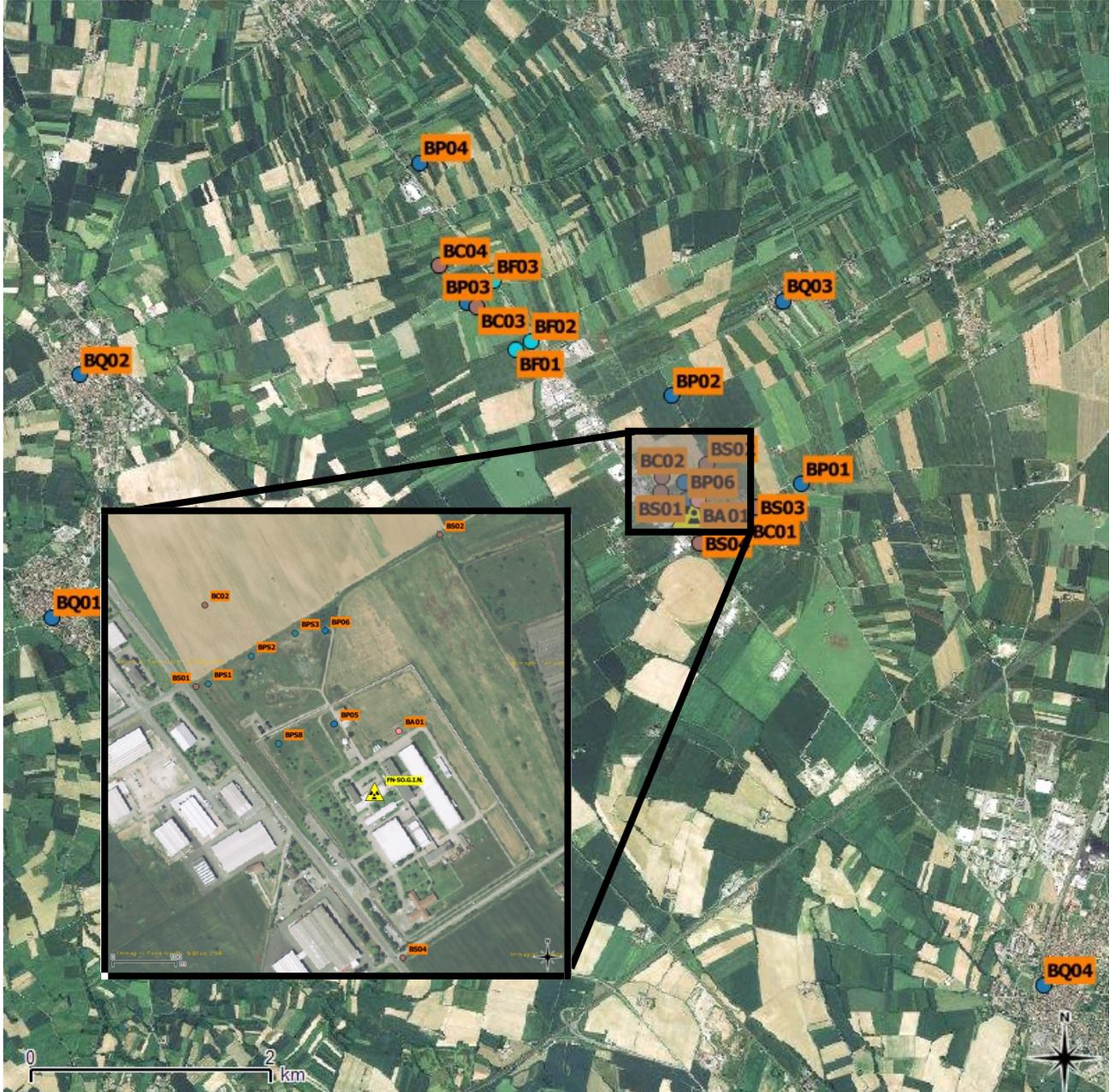
Tutti i campionamenti sono effettuati secondo precise modalità – definite in una procedura interna – in modo da garantire la significatività e la riproducibilità dei dati misurati.

Di seguito sono riportate la Tabella 1 con il piano di monitoraggio ordinario e la cartina (Figura 1) con la dislocazione dei punti di campionamento della rete di monitoraggio ordinario.

Tabella 1 Piano di monitoraggio ordinario del sito nucleare di Bosco Marengo.

Matrice	Punti di campionamento	Frequenza di campionamento
Acqua potabile	BQ01, BQ02, BQ03, BQ04	Semestrale
Acqua di falda superficiale	BP01, BP02, BP03, BP04, BP05, BP06, BPS1, BPS2, BPS3, BPS8	Semestrale
Acqua superficiale	BF01, BF02, BF03	Semestrale
Sedimenti fluviali	BF01, BF02, BF03	Semestrale
Cereali di coltivazione locale	BC01, BC02, BC03, BC04	Annuale
Suolo	BS01, BS02, BS03, BS04	Annuale
Suolo coltivato	BC01, BC02, BC03, BC04	Annuale
Particolato atmosferico	BA01	Continua

Figura 1 Distribuzione dei punti di campionamento del piano di monitoraggio per il sito nucleare di Bosco Marengo.



**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## 6 METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte e riportati in Allegato 2 – 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 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;
- la determinazione dell'attività degli attinidi totali rappresenta un utile strumento per un confronto diretto con i valori di screening fissati per la contaminazione dell'acqua destinata al consumo umano;
- i metodi radiochimici prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emettitori (uranio) e la loro successiva determinazione quantitativa; si tratta di analisi estremamente laboriose che non sono applicabili in larga scala.

Nel grafico di Figura 2 è riportato il numero di campioni – suddivisi per matrice – campionati ed analizzati nel corso del 2017 nell'ambito della rete di monitoraggio radiologico ambientale del sito nucleare di Bosco Marengo.

Nel grafico di Figura 3 è invece riportata la distribuzione percentuale delle tipologie di analisi.

Figura 2 Campioni analizzati nell'anno 2017.

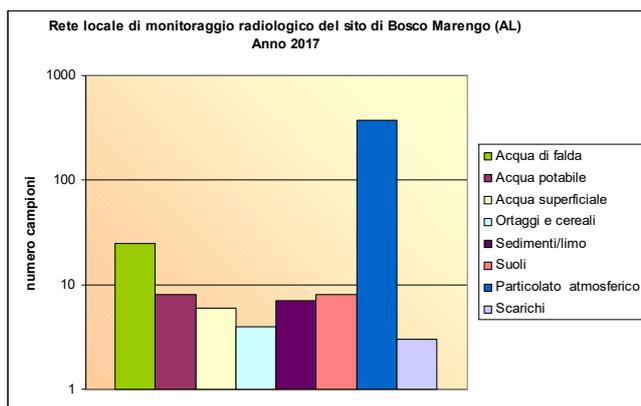
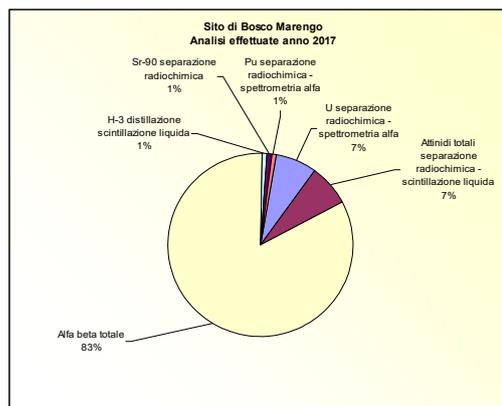


Figura 3 Analisi effettuate nell'anno 2017.



I risultati delle analisi vengono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite alla massa, al volume o alla superficie della matrice considerata (Bq/kg, Bq/l, Bq/m<sup>3</sup> e Bq/m<sup>2</sup> rispettivamente). 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 radionuclide verrà comunque considerato il limite di rivelabilità come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <). La sensibilità delle misure deve essere tale da garantire dei limiti di rivelabilità sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica e ai valori di screening, come riportato in Tabella 2.

Tabella 2 Valori di screening, valori soglia per la non rilevanza radiologica e sensibilità di misura, espresse come limiti di rivelabilità (ordini di grandezza).

Matrice	Parametro	Limite di rivelabilità Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore soglia per la non rilevanza radiologica Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore di screening Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Fonte
Acqua potabile	Alfa totale	0,1	-	0,1	D. Lgs. 28/2016
	Beta totale	0,2	-	0,5	D. Lgs. 28/2016
	Attinidi totali	0,02	-	0,74	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	U-234	0,001	0,11	-	
	U-235	0,001	0,11	-	
	U-238	0,001	0,11	-	
Acqua di falda superficiale	Alfa totale	0,1	-	0,1	D. Lgs. 28/2016
	Beta totale	0,2	-	0,5	D. Lgs. 28/2016
	Attinidi totali	0,02	-	0,74	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	U-234	0,001	0,11	-	
	U-235	0,001	0,11	-	
	U-238	0,001	0,11	-	
Acqua superficiale	Alfa totale	0,1	-	-	
	Beta totale	0,2	-	0,6	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Attinidi totali	0,02	-	-	
Cereali	U-234	0,01	1,5	-	
	U-235	0,01	1,6	-	
	U-238	0,01	1,6	-	
Particolato atmosferico	Alfa totale ritardata	0,00005	-	-	
	Beta totale ritardata	0,0005	-	0,005	Raccomandazione 2000/473/Euratom
Sedimenti fluviali	U-234	0,4	-	-	
	U-235	0,4	-	-	
	U-238	0,4	-	-	
Suolo	U-234	0,4	-	-	
	U-235	0,4	-	-	
	U-238	0,4	-	-	
Suolo coltivato	U-234	0,4	-	-	
	U-235	0,4	-	-	
	U-238	0,4	-	-	

Al fine di garantire la qualità dei dati erogati il laboratorio della struttura Siti Nucleari:

- è accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203) per i principali metodi di prova (ALLEGATO 2);
- partecipa con cadenza annuale a circuiti di interconfronto nazionali ed internazionali (EC, IAEA ed altri).

L'accREDITAMENTO testimonia la competenza tecnica del Laboratorio 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.

## 7 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

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

- catene spettrometriche gamma con rivelatori al germanio iperpuro di tipo p o di tipo n e software di elaborazione ORTEC "GammaVision";
- catene spettrometriche alfa con rivelatori al silicio a barriera superficiale e software di elaborazione ORTEC "AlphaVision";
- contatori proporzionali a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Perkin Elmer mod. Ultra low level Quantulus 1220.

### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)  
Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## 8 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

### 8.1. Monitoraggio ambientale ordinario – risultati delle misure

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 nelle principali matrici alimentari ed ambientali, mentre per il dettaglio dei dati analitici si rimanda alle tabelle dell'Allegato 1. 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.

Nei grafici il punto rappresenta il limite di rivelabilità per il radionuclide rappresentato, mentre la barra verticale indica la presenza di contaminante con incertezza pari all'estensione della barra.

Si segnala altresì che tutti i risultati delle misure sono liberamente consultabili, in modo interattivo, nella sezione Radiazioni del Geoportale di Arpa Piemonte.

Come già introdotto al Paragrafo 2, il monitoraggio radiologico ambientale consente, in ultima analisi, di stimare la dose efficace alla popolazione, grandezza proporzionale al rischio indotto dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Il calcolo della dose efficace deve necessariamente tenere conto delle tre possibili vie di esposizione: ingestione, inalazione ed irraggiamento. Per questo motivo i risultati delle misure sono di seguito riportati per gruppi di matrici che contribuiscono ad una determinata via di esposizione.

#### **Via di esposizione: ingestione**

##### **Acqua potabile**

- *Fa parte integrante della dieta.*
- *Consumo medio pro capite 548 l/anno per gli adulti (CEVaD/2010).*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 1.*
- *Presenza di uranio di origine naturale.*
- *Contributo alla dose 1,32 microSv/anno.*



Nei campioni di acqua potabile distribuita dagli acquedotti di Bosco Marengo (BQ01), Frugarolo (BQ02), Quattro Cascine (BQ03) e Pozzolo Formigaro (BQ04), tutti i valori di concentrazione

#### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

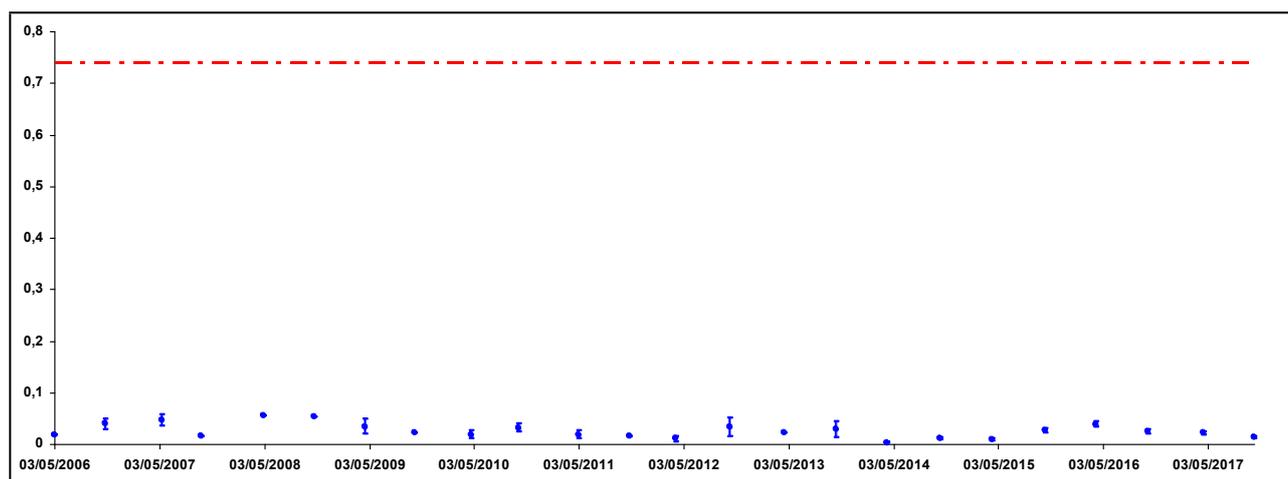
Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

dell'attività degli attinidi totali, dell'attività alfa totale e dell'attività beta totale si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei valori di screening, consentendo di escludere la presenza di uranio in quantità anomale.

I risultati delle misure di uranio in spettrometria alfa sono confrontabili con le serie storiche degli anni precedenti e tutti i valori di uranio si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei valori soglia per la non rilevanza radiologica.

Nel grafico di Figura 4 è riportato, a titolo esemplificativo, l'andamento della concentrazione degli attinidi totali nell'acqua potabile distribuita dall'acquedotto di Bosco Marengo (BQ01). La linea rossa rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization per l'uranio totale.

Figura 4 Andamento della concentrazione degli attinidi totali nell'acqua potabile campionata nel punto BQ01 (Bq/l). La linea rossa rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization per l'uranio totale.



Nei grafici di Figura 5 e Figura 6 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nell'acqua potabile distribuita dall'acquedotto di Bosco Marengo (BQ01). La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.

Figura 5 Andamento della concentrazione di U-234 nell'acqua potabile campionata nel punto BQ01 (Bq/l). La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.

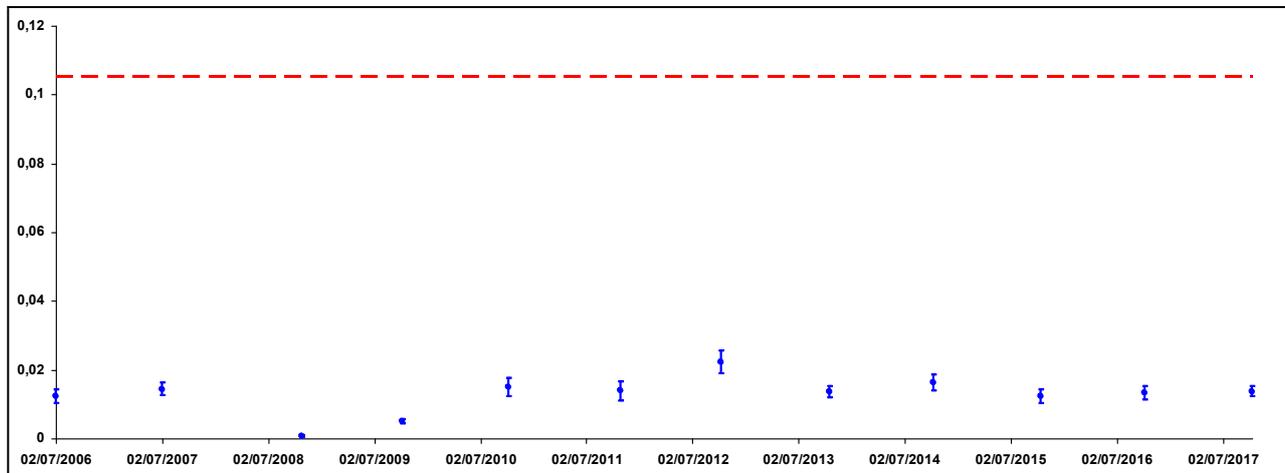
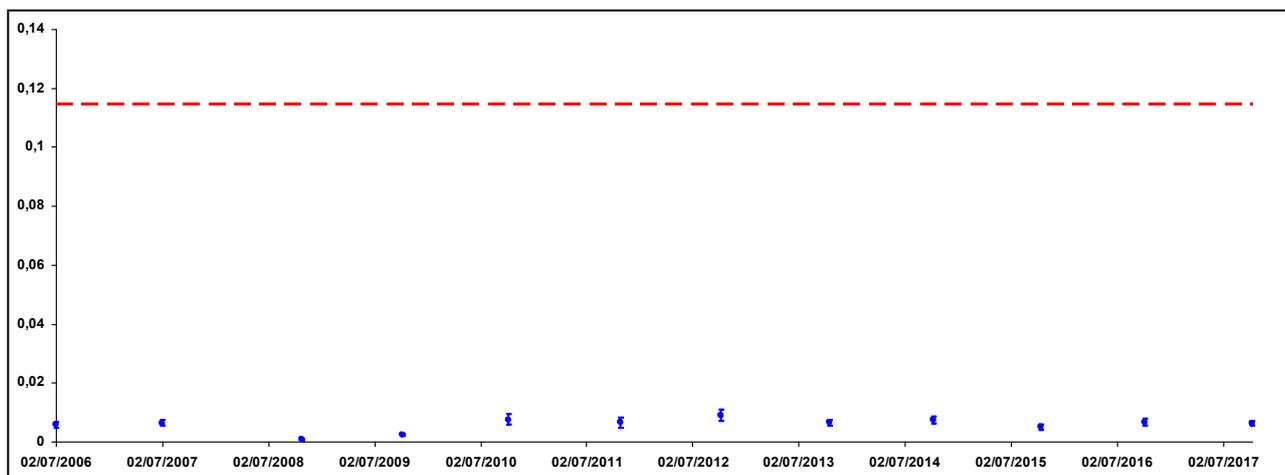


Figura 6 Andamento della concentrazione di U-238 nell'acqua potabile campionata nel punto BQ01 (Bq/l). La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.



### Acqua di falda superficiale

- Può far parte della dieta ed essere utilizzata a scopo irriguo.
- Consumo medio pro capite 548 l/anno per gli adulti (CEVaD/2010).
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 2 e Tabella A 3.
- Presenza di uranio di origine naturale.
- Contributo alla dose 1,97 microSv/anno.



Nell'acqua di falda superficiale campionata nei pozzi privati BP01, BP02, BP03, BP04 e nei pozzi interni BP05 e BP06 tutti i valori di concentrazione dell'attività degli attinidi totali, dell'attività alfa totale e dell'attività beta totale si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei valori di screening, consentendo di escludere la presenza di uranio in quantità anomale.

I risultati delle misure di uranio in spettrometria alfa sono confrontabili con le serie storiche degli anni precedenti e tutti i valori di uranio si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei valori soglia per la non rilevanza radiologica.

Nel corso del 2017 è stata inoltre effettuata un'indagine straordinaria sull'acqua di falda superficiale nella zona interessata dal rinvenimento di fusti interrati avvenuto nel 2014.

Arpa ha scelto, tra quelli realizzati da SO.G.I.N., i pozzi più vicini agli interramenti ed in particolare i punti denominati BPS1, BPS2, BPS3 e BPS8. In considerazione dell'andamento della falda in questa zona (da Sud-Est a Nord-Ovest), il punto di campionamento BPS8 è situato a monte degli interramenti mentre i punti BPS1, BPS2 e BPS3 sono situati a valle.

È stata effettuata la caratterizzazione completa dei pozzi anche al fine di escludere un eventuale contributo imputabile a rifiuti provenienti dell'esterno del sito.

Dalle misurazioni effettuate si può escludere che, allo stato attuale, gli interramenti abbiano prodotto la contaminazione della falda acquifera superficiale. In particolare:

- si esclude la presenza di radionuclidi artificiali (Tabella A 3);
- si attribuisce la presenza di uranio alla sola origine naturale e quindi non riconducibile all'impianto (Tabella A 2).

I pozzi in questione sono stati inseriti nel programma di monitoraggio ordinario del sito di Bosco Marengo.

Nel grafico di Figura 7 è riportato, a titolo esemplificativo, l'andamento della concentrazione degli attinidi totali nell'acqua di falda superficiale campionata nel pozzo privato BP01. La linea rossa rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization per l'uranio totale.

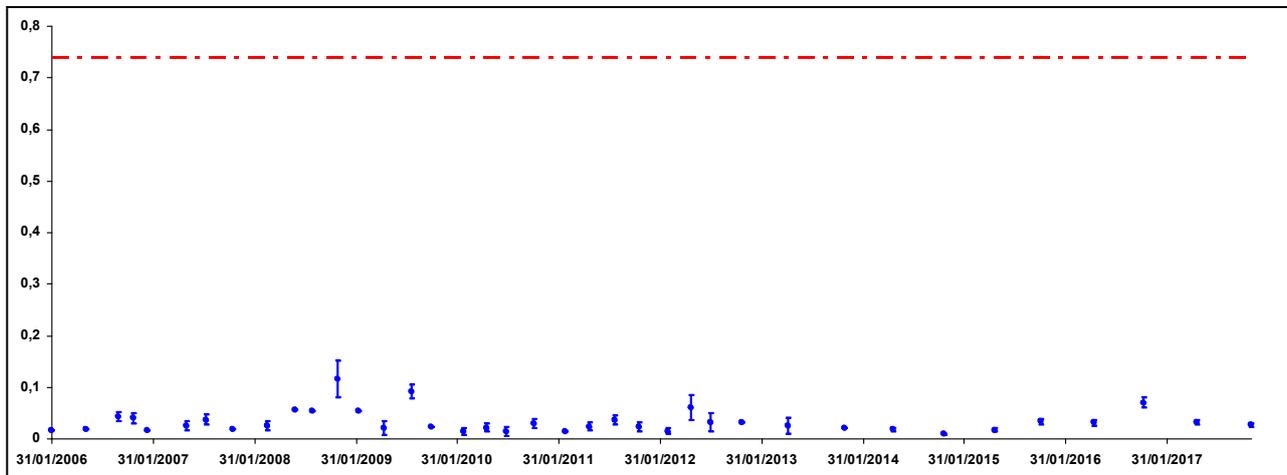
#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 - 13100 Vercelli - Tel. 0161269884 - fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 7 Andamento della concentrazione degli attinidi totali nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto BP01 (Bq/l). La linea rossa rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization per l'uranio totale.



Nei grafici di Figura 8 e Figura 9 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nell'acqua di falda superficiale campionata nel pozzo privato BP01. La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.

Figura 8 Andamento della concentrazione di U-234 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto BP01 (Bq/l). La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.

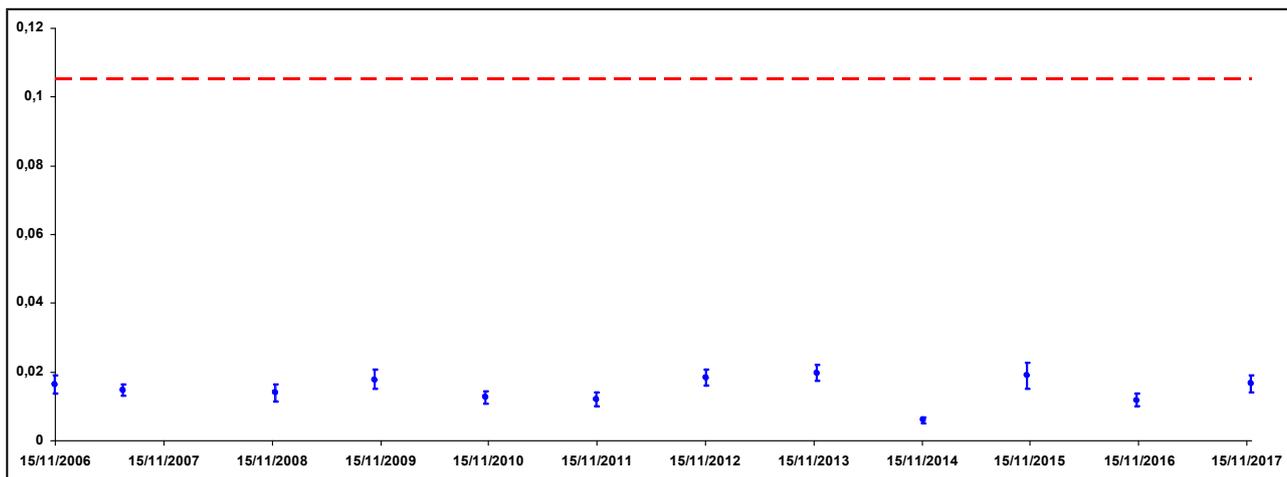
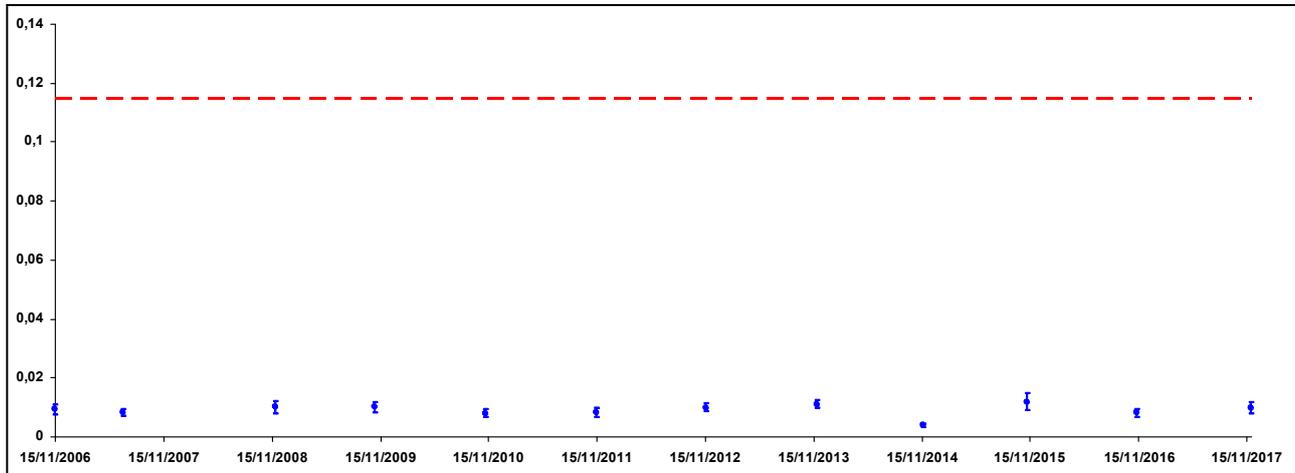


Figura 9 Andamento della concentrazione di U-238 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto BP01 (Bq/l). La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.



### Prodotti di coltivazione

- I cereali fanno parte integrante della dieta.
- Consumo medio pro capite 110 kg/anno per gli adulti (CEVaD/2010).
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 4.
- Presenza di uranio di origine naturale.
- Contributo alla dose 0,07 microSv/anno.



Nei cereali di produzione locale campionati nei punti BC01, BC02, BC03 e BC04 i risultati delle misure di uranio in spettrometria alfa sono confrontabili con le serie storiche degli anni precedenti e tutti i valori di uranio si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei valori soglia per la non rilevanza radiologica.

Nei grafici di Figura 10 e Figura 11 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nei cereali campionati nel punto BC01. La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 10 Andamento della concentrazione di U-234 nei cereali campionati nel punto BC01 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.

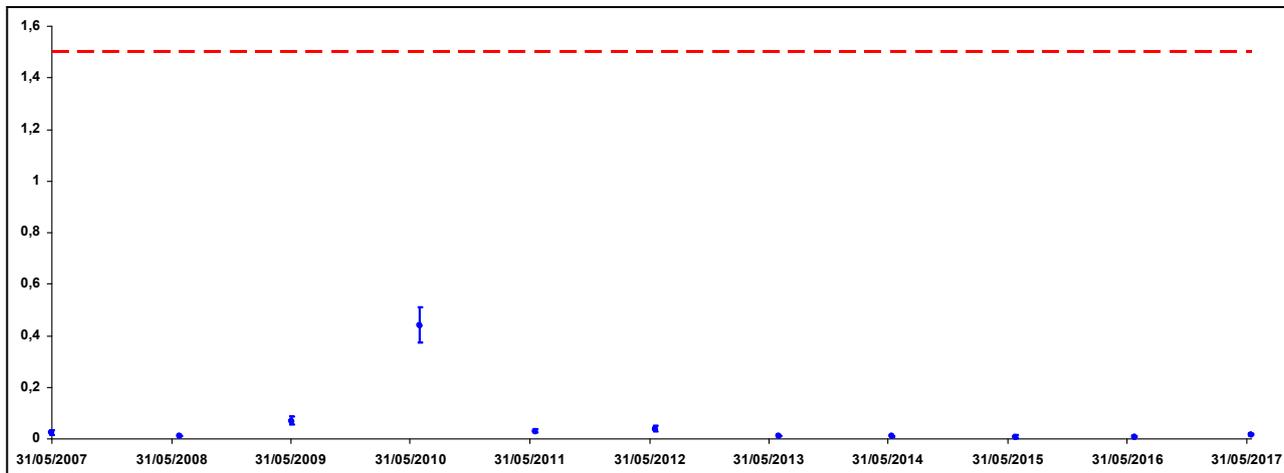
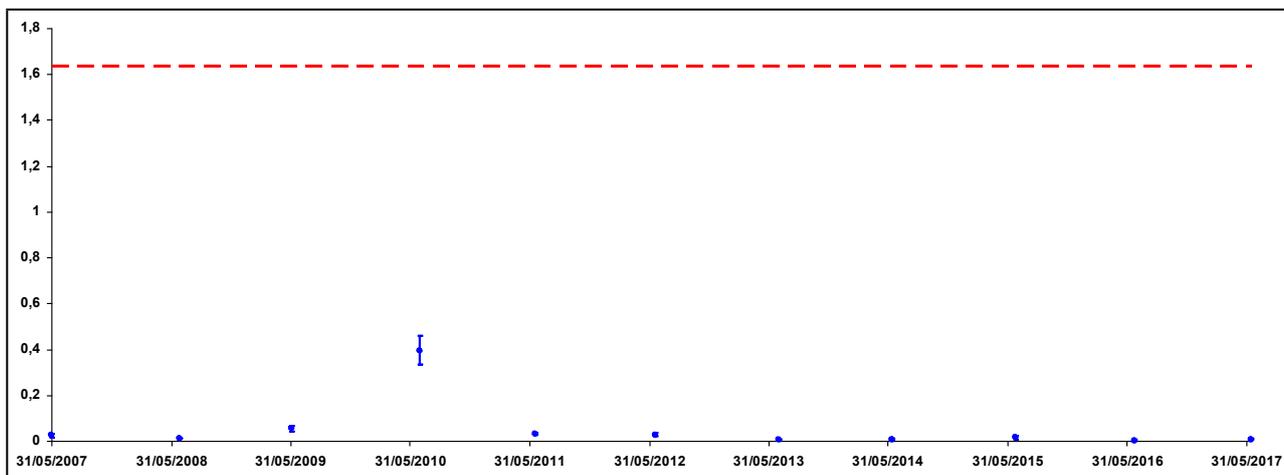


Figura 11 Andamento della concentrazione di U-238 nei cereali campionati nel punto BC01 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.



## Indicatori ambientali

### Suolo

- È un indicatore ambientale utile per valutare eventuali ricadute al suolo.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 5.
- Presenza di uranio di origine naturale.
- Nel corso del 2017 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.



Nel suolo campionato nei punti BS01, BS02, BS03 e BS04 i risultati delle misure di uranio in spettrometria alfa sono confrontabili con le serie storiche degli anni precedenti. Dal momento che per questa matrice non sono definibili valori soglia per la non rilevanza radiologica, la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti limiti d'azione. Nei grafici di Figura 12 e Figura 13 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nel suolo campionato nel punto BS01. La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

Figura 12 Andamento della concentrazione di U-234 nel suolo campionato nel punto BS01 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

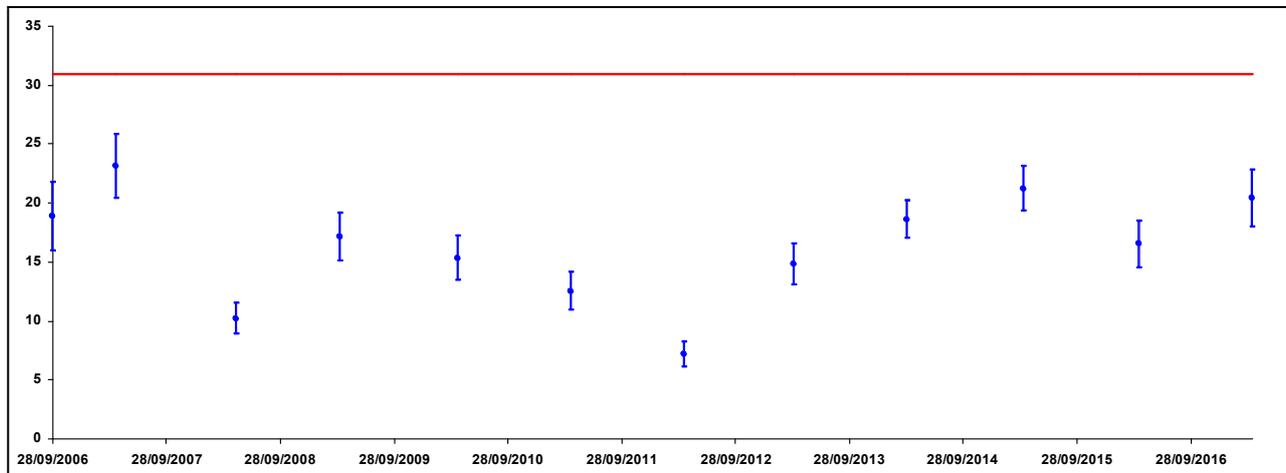
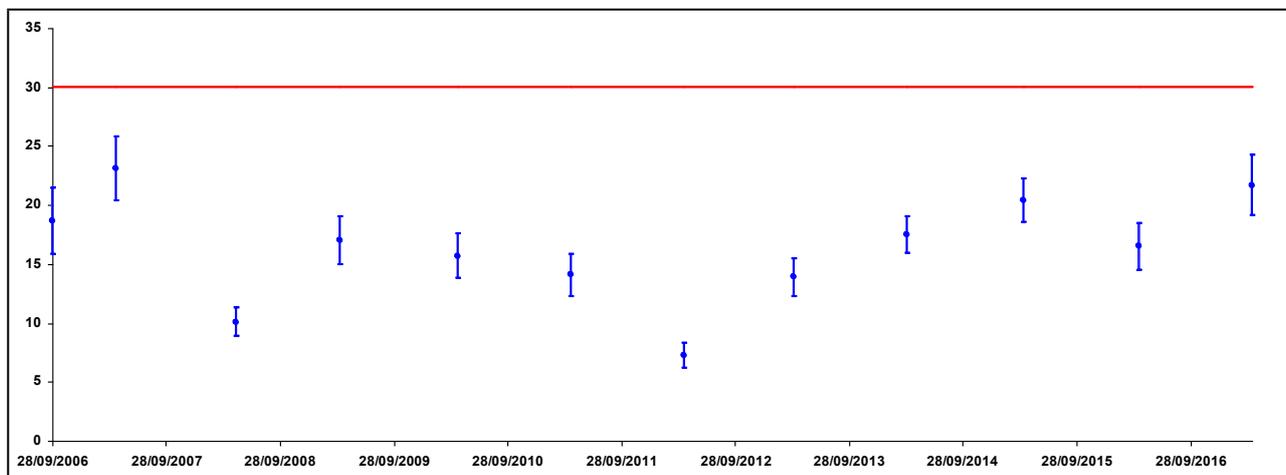


Figura 13 Andamento della concentrazione di U-238 nel suolo campionato nel punto BS01 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.



### Suolo coltivato

- La contaminazione radioattiva è uniformemente distribuita.
- È un indicatore ambientale utile per valutare eventuali ricadute al suolo.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 6.
- Presenza di uranio di origine naturale.
- Nel corso del 2017 nei punti BC01 e BC02 le concentrazioni di U-234 e di U-238 hanno superato il limite d'azione. La contaminazione osservata è attribuibile alla radioattività naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell'impianto.



Dal momento che per questa matrice non sono definibili valori soglia per la non rilevanza radiologica, la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti limiti d'azione. Nel suolo coltivato campionato nel corso del 2017 nei punti BC03 e BC04 i risultati delle misure di uranio in spettrometria alfa sono confrontabili con le serie storiche degli anni precedenti. Nei punti BC01 e BC02 si è evidenziato – nel punto BC02 già a partire dal 2016 – un andamento anomalo rispetto alla serie storica e le concentrazioni di U-234 e di U-238 hanno superato il limite d'azione. Tuttavia non sono state evidenziate alterazioni nei rapporti isotopici rispetto all'uranio naturale: pertanto la contaminazione osservata è attribuibile alla radioattività naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell'impianto.

Nei grafici di Figura 14 e Figura 15 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nel suolo coltivato campionato nel punto BC02. La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 14 Andamento della concentrazione di U-234 nel suolo coltivato campionato nel punto BC02 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

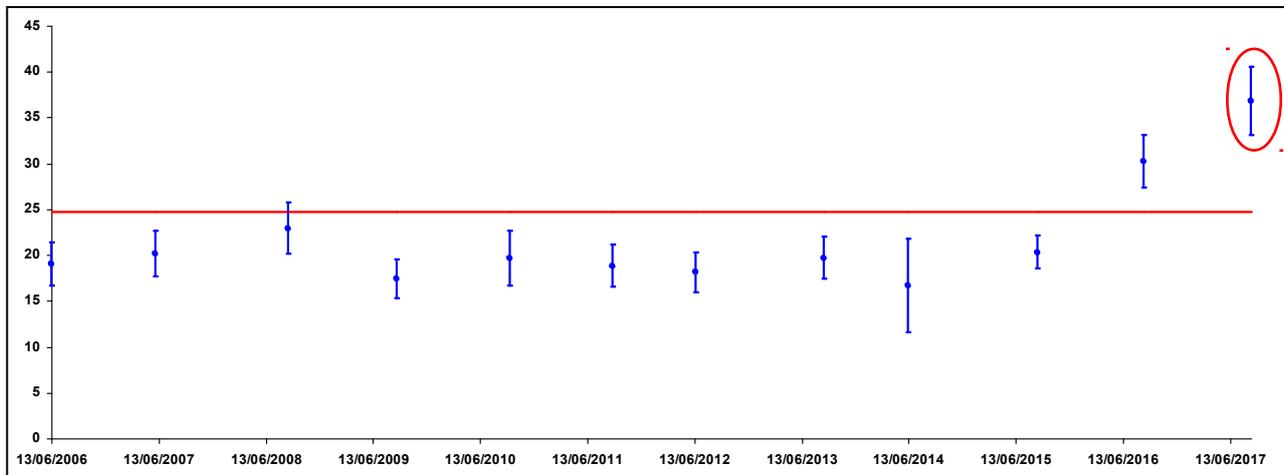
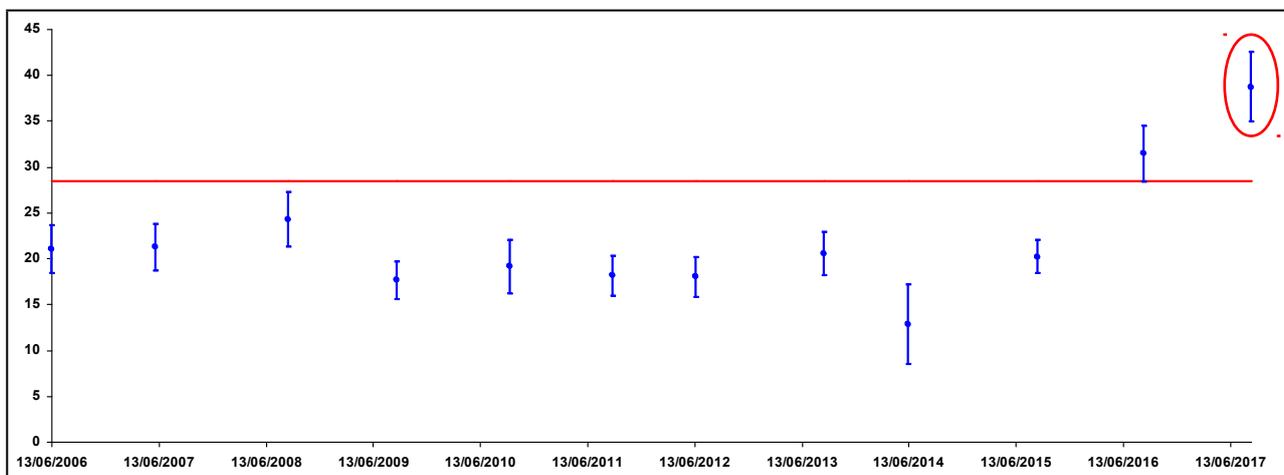


Figura 15 Andamento della concentrazione di U-238 nel suolo coltivato campionato nel punto BC02 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.



### Acqua superficiale

- *Costituisce un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 7.*
- *Presenza di uranio di origine naturale.*
- *Nel corso del 2017 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



L'acqua superficiale del Rio Lovassina campionata a monte (BF01) e a valle (BF02, BF03) dello scarico dell'impianto costituisce un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli. Dal momento che per questa matrice non sono definibili valori soglia per la non rilevanza radiologica, la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti limiti d'azione, ad eccezione della concentrazione di attività beta totale per cui è stato definito il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. Nel corso del 2017 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

Nei grafici di Figura 16 e Figura 17 sono riportati a titolo esemplificativo gli andamenti della concentrazione delle attività beta totale a monte (BF01) ed a valle (BF02) dello scarico dell'impianto. La linea rossa rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. Nel corso del 2017 la concentrazione di attività beta totale non ha presentato superamenti. Si ricorda che nel 2015 si era osservato il superamento del valore di screening sia a monte sia a valle dello scarico dell'impianto, ad indicare che il fenomeno non era riconducibile alle attività dell'impianto stesso.

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 16 Andamento della concentrazione beta totale nell'acqua superficiale campionata a monte dello scarico dell'impianto nel punto BF01 (Bq/l). La linea rossa rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.

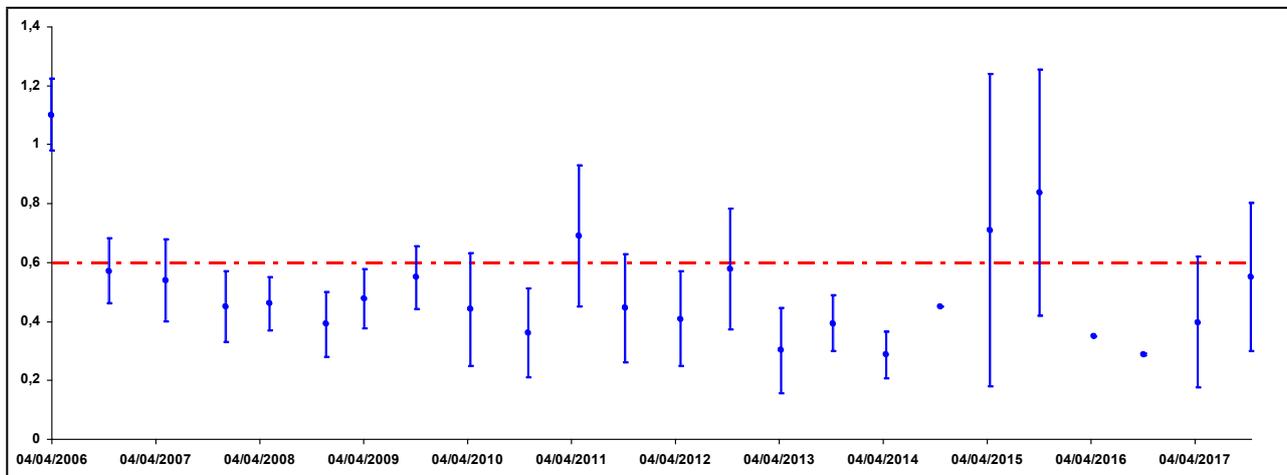
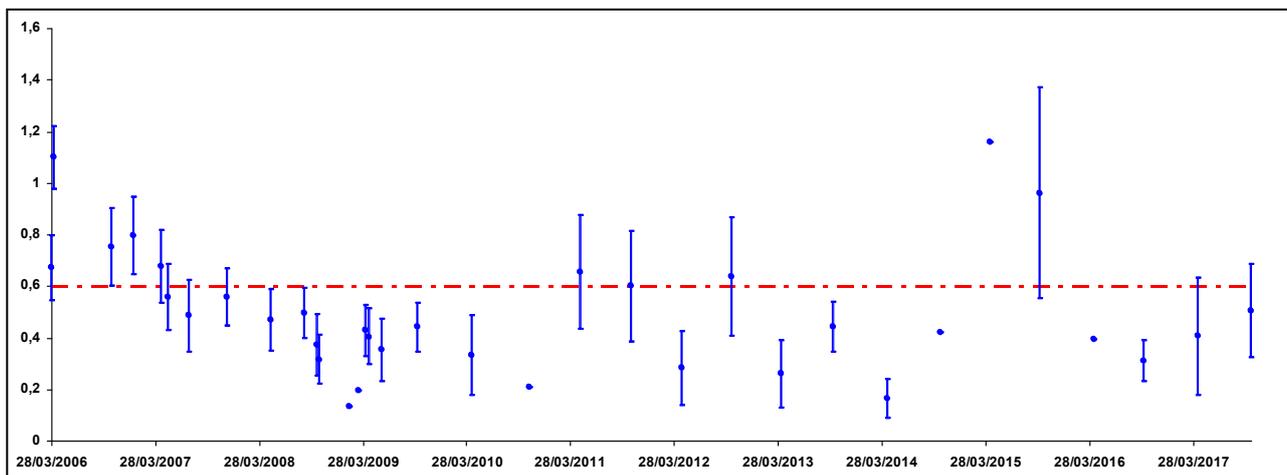


Figura 17 Andamento della concentrazione beta totale nell'acqua superficiale campionata a valle dello scarico dell'impianto nel punto BF02 (Bq/l). La linea rossa rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



### Sedimenti fluviali

- *Costituiscono un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 8.*
- *Presenza di uranio di origine naturale.*
- *Nel corso del 2017 è stato osservato il superamento del limite d'azione per le concentrazioni di U-234 e U-238 nei sedimenti campionati nel punto BF02. La contaminazione osservata non è direttamente riconducibile alle attività dell'impianto.*



I sedimenti del Rio Lovassina campionati a monte (BF01) ed a valle (BF02, BF03) dello scarico dell'impianto costituiscono un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli. Dal momento che per questa matrice non sono definibili valori soglia per la non rilevanza radiologica la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti limiti d'azione.

Nei grafici di Figura 18, Figura 19, Figura 20 e Figura 21 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nei sedimenti campionati, rispettivamente, nel punto BF02, posto immediatamente a valle dello scarico dell'impianto e nel punto BF01, posto a monte dello scarico dell'impianto. La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

Nel corso del 2017 è stato osservato il superamento del limite d'azione sia per la concentrazione di U-234 sia per la concentrazione di U-238. Si sottolinea, comunque, che questi superamenti non hanno evidenziato un'alterazione dei rapporti isotopici rispetto all'uranio naturale e come tali non sono riconducibili all'attività dell'impianto.

Si ricorda che nel corso del 2015 si era già osservato il superamento del limite d'azione – evidenziato in Figura 18 – per la concentrazione di U-234 e contemporaneamente un'alterazione nei rapporti isotopici rispetto all'uranio naturale: in quel caso la contaminazione da uranio arricchito osservata era quindi riconducibile alle attività dell'impianto. Tale episodio è risultato del tutto localizzato e transitorio ad evidenziare l'assenza di fenomeni di accumulo.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 18 Andamento della concentrazione di U-234 nei sedimenti campionati nel punto BF02 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

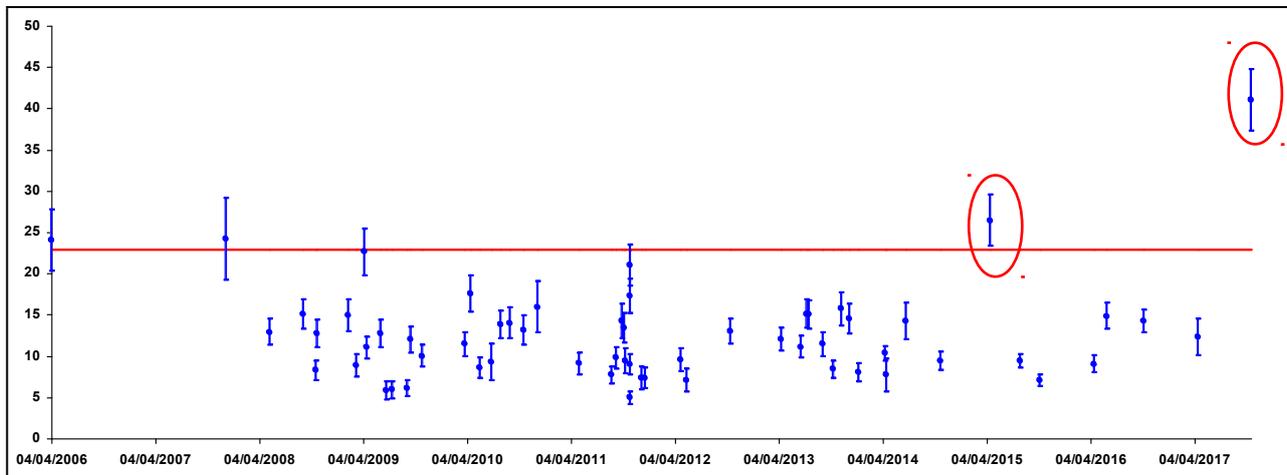


Figura 19 Andamento della concentrazione di U-238 nei sedimenti campionati nel punto BF02 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

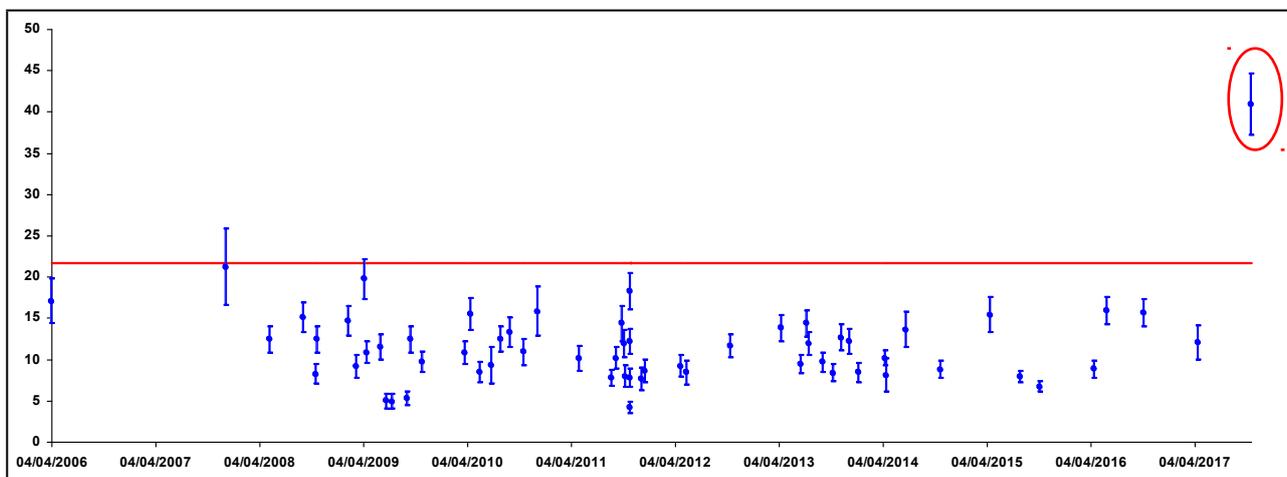


Figura 20 Andamento della concentrazione di U-234 nei sedimenti campionati nel punto BF01 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

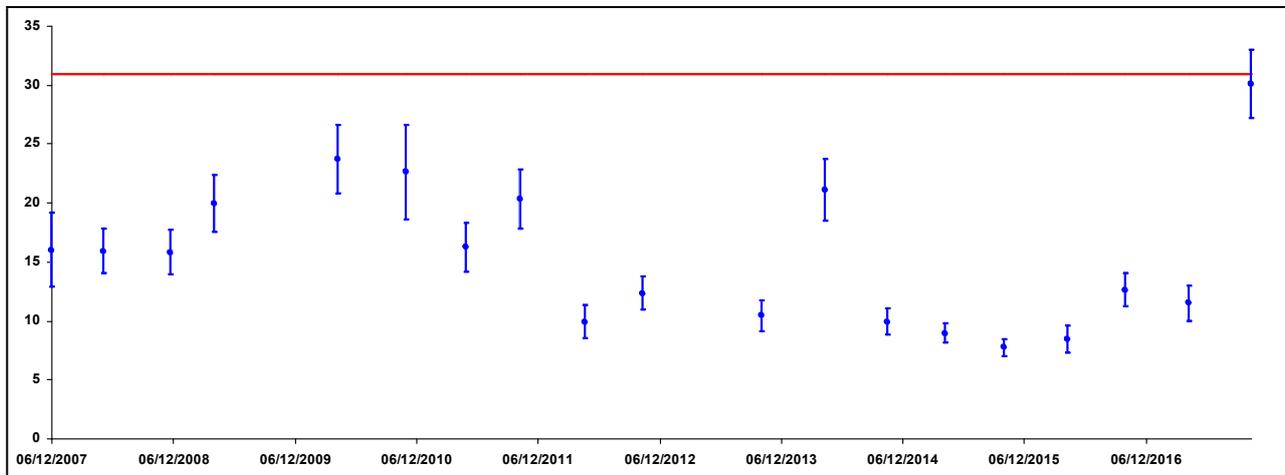
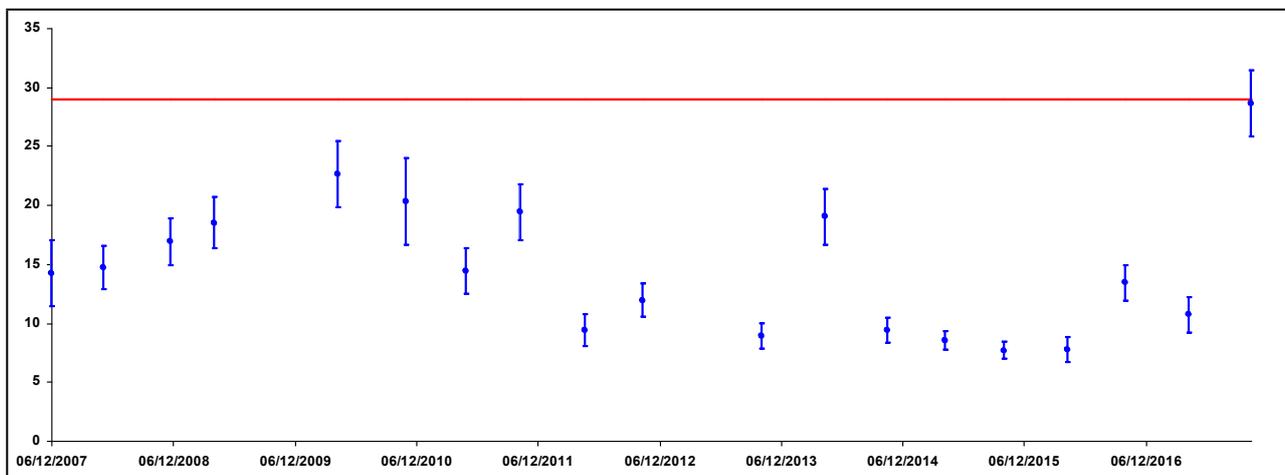


Figura 21 Andamento della concentrazione di U-238 nei sedimenti campionati nel punto BF01 (Bq/kg). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.



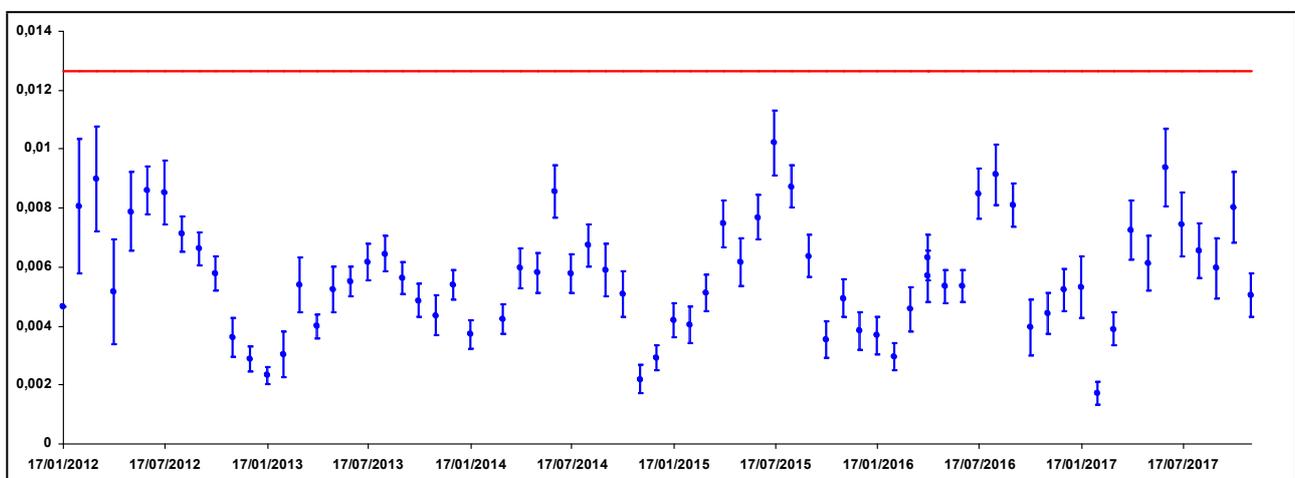
### Particolato atmosferico

- Il punto di campionamento è posto all'interno dell'impianto FN-SO.G.I.N., per cui i dati relativi non possono essere utilizzati per valutazioni di dose alla popolazione.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 9 e Tabella A 10.
- Nei primi giorni del mese di ottobre del 2017 si è osservato un aumento della concentrazione beta totale imputabile al passaggio, sul nostro Paese, di una nube di Ru-106.



Il particolato atmosferico è campionato in continuo in un punto posto all'interno dell'impianto FN-SO.G.I.N. (BA01) con la finalità di controllare gli effluenti aeriformi dell'impianto stesso: i dati relativi non possono pertanto essere utilizzati per valutazioni di dose alla popolazione. Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate sono imputabili alla presenza di radionuclidi di origine naturale a vita non breve o cosmogenici, come Be-7 (Figura 22).

Figura 22 Andamento della concentrazione di Be-7 nel particolato atmosferico campionato presso l'impianto FN-SO.G.I.N. (Bq/m<sup>3</sup>). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.



Nel grafico di Figura 23 è riportato l'andamento delle misure di screening di attività alfa totale sui filtri giornalieri. La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati. Nel

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 - 13100 Vercelli - Tel. 0161269884 - fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

corso dei mesi di gennaio e ottobre si è osservato un incremento delle concentrazioni di attività alfa totale correlabili all'aumentato inquinamento atmosferico causato dalla prolungata assenza di precipitazioni ed osservato anche negli altri punti di campionamento, in particolare presso la sede Arpa di Vercelli (Figura 24).

Figura 23 Andamento delle misure di screening di attività alfa totale nel particolato atmosferico campionato presso l'impianto FN-SO.G.I.N. (Bq/m<sup>3</sup>). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.

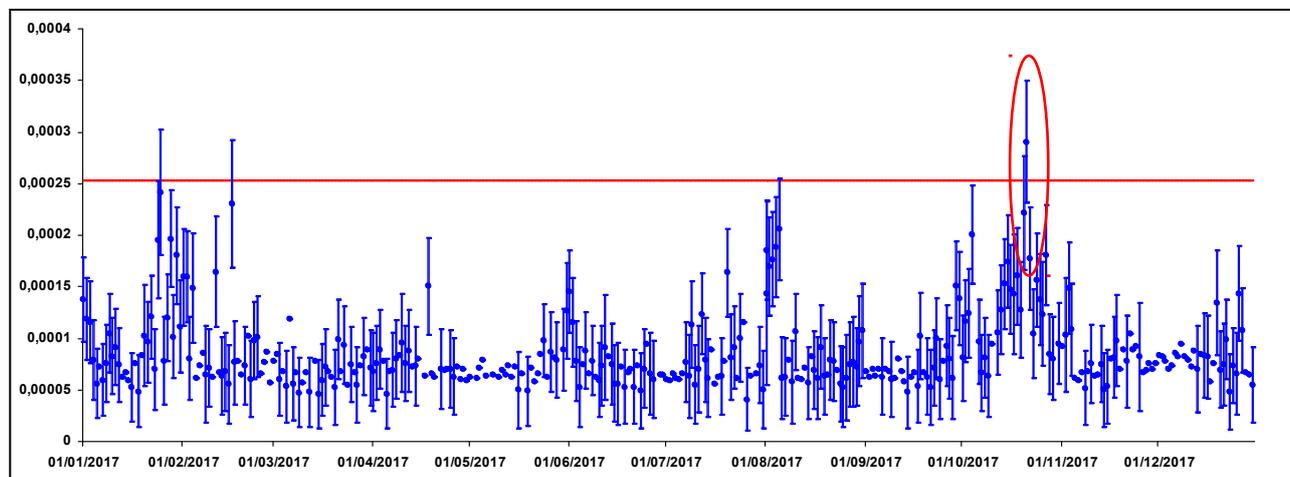
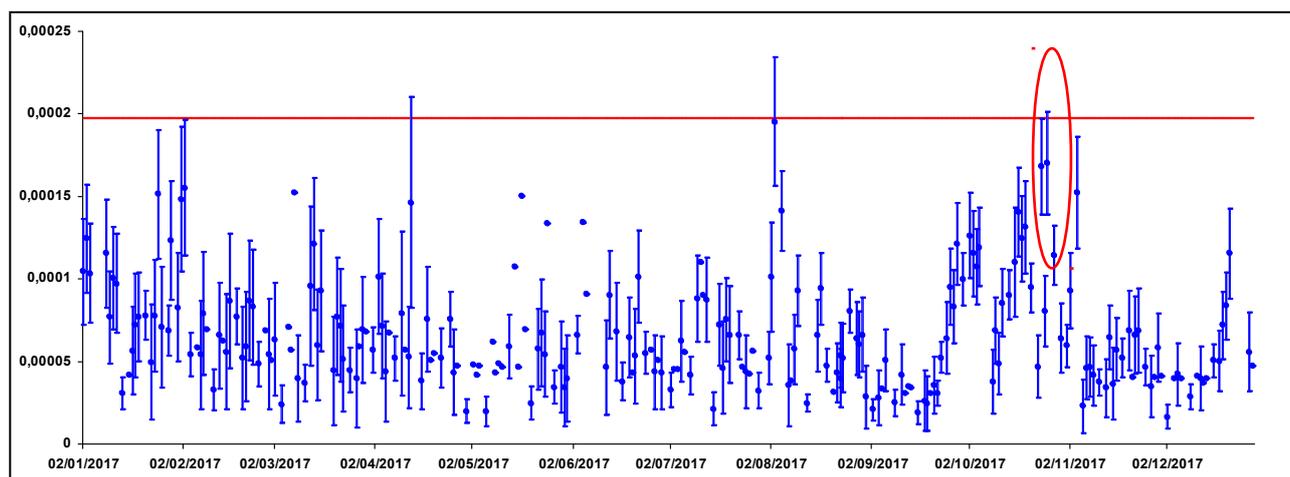


Figura 24 Andamento delle misure di screening di attività alfa totale nel particolato atmosferico campionato presso la sede Arpa di Vercelli (Bq/m<sup>3</sup>). La linea rossa rappresenta il limite d'azione basato sulla serie storica dei dati.



Nel grafico di Figura 25 è riportato l'andamento delle misure di screening di attività beta totale sui filtri giornalieri. La linea rossa rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. Nel corso del mese di ottobre si è osservato un incremento delle concentrazioni di attività beta totale – unitamente al superamento del livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom – incremento osservato anche negli altri punti di campionamento, in particolare presso la sede Arpa di Vercelli (Figura 26).

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

L'incremento è imputabile al fatto che, tra il 27 settembre e il 13 ottobre 2017, l'Europa è stata attraversata da una nube radioattiva di Ru-106. In Piemonte il passaggio si è verificato nei giorni tra l'1 ottobre e il 5-6 ottobre.

Figura 25 Andamento delle misure di screening di attività beta totale nel particolato atmosferico campionato presso l'impianto FN-SO.G.I.N. (Bq/m<sup>3</sup>). La linea rossa rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.

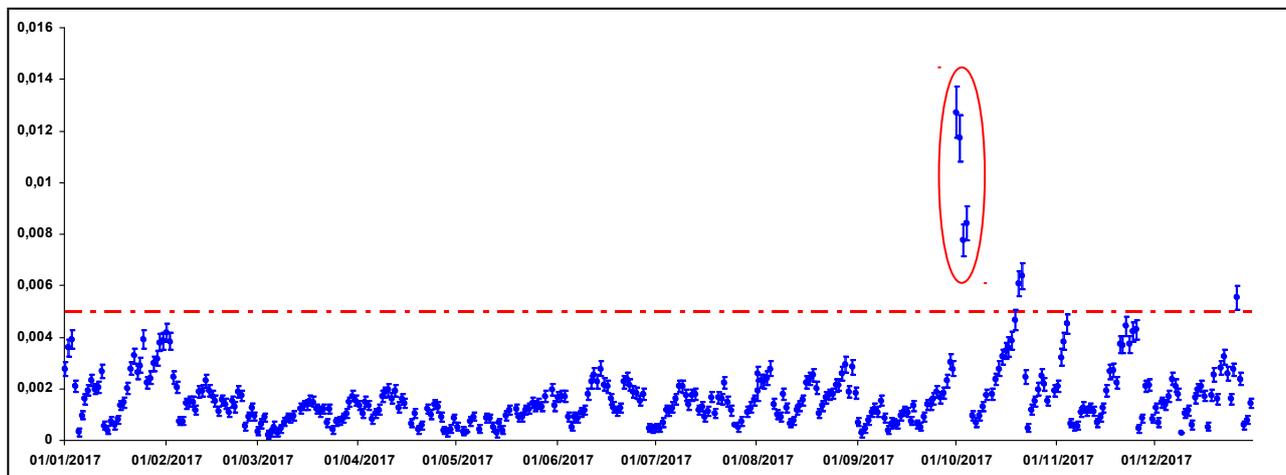
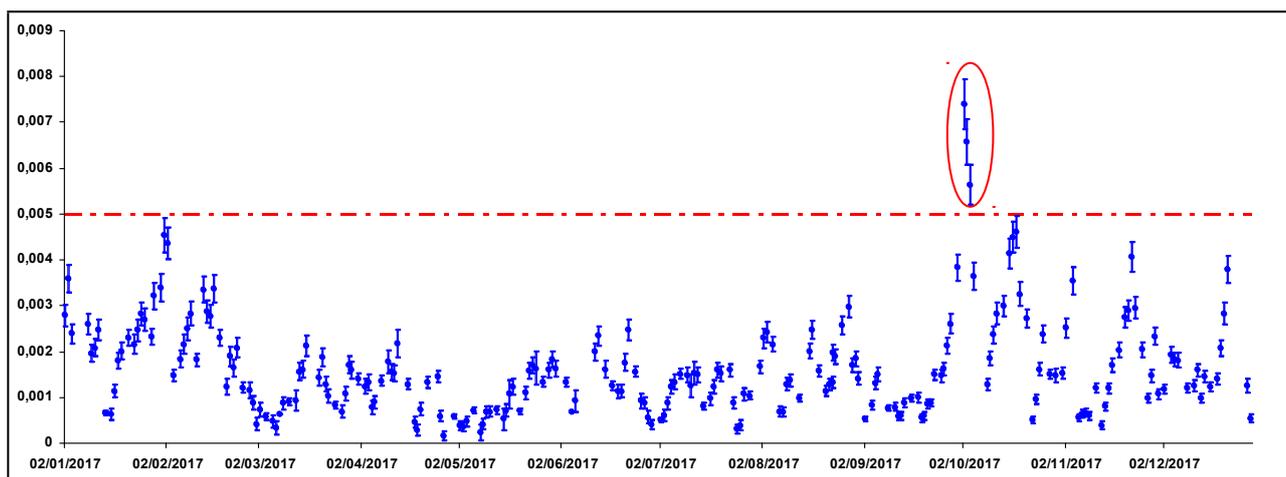


Figura 26 Andamento delle misure di screening di attività beta totale nel particolato atmosferico campionato presso la sede Arpa di Vercelli (Bq/m<sup>3</sup>). La linea rossa rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



Il Ru-106 è un radionuclide artificiale con tempo di dimezzamento di circa un anno, utilizzato soprattutto in medicina, in forma di sorgenti sigillate, per applicazioni di brachiterapia e quale sorgente di energia nei satelliti artificiali. Esso è presente in impianti del ciclo del combustibile nucleare e in installazioni industriali per la produzione di radioisotopi.

Sulla base dei dati meteorologici e dei risultati delle misurazioni provenienti dai diversi Paesi europei nei quali il radionuclide è stato rivelato, l'IRSN francese ha eseguito una simulazione che ha localizzato tra il fiume Volga e i monti Urali, nella Russia europea, la zona più probabile del rilascio.

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Le misure di spettrometria gamma hanno rivelato concentrazioni di qualche millibecquerel al metro cubo di aria, in linea con i valori misurati in altre parti d'Italia e d'Europa. I valori estremamente bassi di concentrazione rivelati non hanno avuto alcuna conseguenza di natura radiologica sia per la salute umana sia per la salvaguardia dell'ambiente.

In Figura 25 e in Figura 26, sono evidenziati i valori che superano il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.

Nel resto dell'anno non è mai stato riscontrato il superamento dei valori soglia per la non rilevanza radiologica per radionuclidi di origine artificiale – come risulta dalle misure di spettrometria gamma (Tabella A 9) – e non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

## 9 ATTIVITÀ DI CONTROLLO

### 9.1. Controllo degli scarichi di effluenti radioattivi

L'impianto rilascia nell'ambiente effluenti radioattivi liquidi ed aeriformi nel rispetto di precise prescrizioni assegnate in sede autorizzativa.

Arpa Piemonte, in accordo con ISPRA e con gli Esercenti, effettua controlli sistematici sui campioni di effluenti liquidi – al fine di verificare il rispetto delle formule di scarico – e indagini ambientali specifiche in occasione di ogni scarico.

In Tabella 3 è riassunto l'impegno della formula di scarico per gli effluenti radioattivi liquidi valutato in funzione delle analisi eseguite sui campioni campionati prima di ogni scarico, riportando il confronto con gli anni precedenti. L'arricchimento medio degli scarichi è pari a circa il 2%. Le valutazioni sono effettuate sulla base della formula di scarico valida per l'esercizio dell'impianto sino al 2008 e a partire dal 2009 secondo la formula di scarico valida per la disattivazione dell'impianto, che garantisce il rispetto del limite di non rilevanza radiologica di 10 microSv/anno.

Tabella 3 Impegno delle formule di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Impegno formula di scarico	1,10%	1,45%	1,44%	0,60%	7,00%	7,19%	10,45%	1,53%	20,64%	6,58%	3,46%	0,28%	0,20%

Per quanto riguarda gli effluenti aeriformi il monitoraggio ambientale viene effettuato tramite la postazione di campionamento di particolato atmosferico (per i risultati si veda il Paragrafo precedente).

### 9.2. Controllo dei materiali allontanabili dall'impianto

Il decommissioning degli impianti nucleari implica la produzione e la gestione di notevoli quantità di materiali solidi parte dei quali – per la loro provenienza all'interno dell'area o per i trattamenti di decontaminazione subiti – presenta un'attività inferiore al livello di allontanamento assegnato dalla autorità nazionale di controllo. Questi materiali possono essere dichiarati esenti da vincoli radiologici e quindi allontanati come materiali non soggetti alle disposizioni di legge in materia di radioprotezione. Prima del loro allontanamento Arpa Piemonte, in attuazione del "Protocollo operativo tra Arpa Piemonte e Apat" (ora ISPRA) del 15/06/2005, rinnovato nel 2015, effettua controlli indipendenti su ogni lotto di materiali.

Nel corso del 2017 sono stati effettuati i controlli su un lotto di materiale metallico, che è stato successivamente allontanato. Tali controlli hanno confermato che i livelli di concentrazione di

attività di uranio totale sono al di sotto dei livelli di allontanamento definiti nelle Prescrizioni per la Disattivazione allegata al DM 27/11/2008 di autorizzazione alla disattivazione dell'impianto.

Sono inoltre stati avviati i controlli su un lotto di materiali cementizi che saranno portati a termine nel 2018.

Le relazioni tecniche contenenti il dettaglio dei risultati delle misure eseguite per il controllo dei materiali rilasciabili sono disponibili sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it) nella sezione dedicata ai Siti Nucleari.

### 9.3. Principio di incendio del 26/10/2017

In data 26/10/2017 presso l'impianto SO.G.I.N. di Bosco Marengo (AL), all'interno della capannina di confinamento della stazione di taglio ubicata nell'edificio BLD1, si è sviluppato un principio di incendio su un filtro in lavorazione. L'incendio è stato domato dal personale impegnato nell'attività, unitamente alla Squadra di Pronto Intervento del Sito.

A seguito di segnalazione da parte di ISPRA, il personale di Arpa Piemonte, in relazione al protocollo di collaborazione tra i due enti, ha effettuato:

- il campionamento dei filtri di aspirazione del particolato atmosferico relativi ai giorni 25-26-27/10/2017 dal campionatore in continuo Arpa ubicato all'interno dell'impianto;
- un sopralluogo congiunto con ISPRA presso l'impianto in data 31/10/2017, nel corso del quale sono stati effettuati alcuni campionamenti della contaminazione rimovibile (smear test) nell'area interessata dal principio di incendio.

Dalle misurazioni effettuate, riportate nell'apposita relazione tecnica disponibile sul sito istituzionale di Arpa Piemonte, si può escludere che l'evento abbia prodotto un impatto radiologico sull'ambiente circostante e sulla popolazione.

## 10 VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sulla base dei dati riportati nei paragrafi precedenti è possibile calcolare la dose efficace per gli individui di riferimento della popolazione. Pur assumendo come ipotesi estremamente cautelativa che le concentrazioni di uranio misurate siano imputabili esclusivamente alle attività dell'impianto, risulta ampiamente rispettato il limite di non rilevanza radiologica di 10 microSv/anno. In Tabella 4 è riportata la stima della dose efficace agli individui di riferimento della popolazione per l'anno 2017.

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.

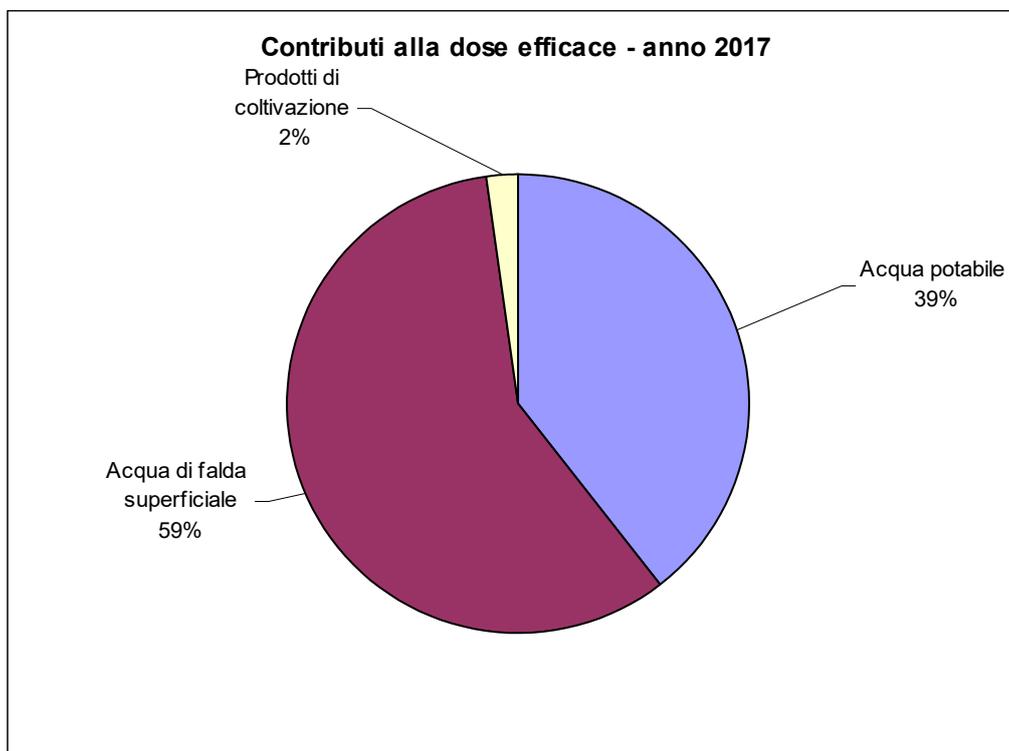
Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo adottate.

Tabella 4 Stima della dose efficace alla popolazione – anno 2017.

Via critica	Matrice	Dose microSv/anno
Ingestione	Acqua potabile	1,32
	Acqua di falda superficiale	1,97
	Prodotti di coltivazione	0,07
Inalazione	-	-
Irraggiamento	-	-
<b>Totale</b>		<b>3,37</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>10</b>

In Figura 27 sono rappresentati i contributi percentuali alla dose efficace.

Figura 27 Contributi percentuali alla dose efficace.



Per quanto riguarda la tossicità chimica, con considerazioni analoghe è possibile valutare le concentrazioni medie di uranio nell'acqua potabile ed il rateo di introduzione medio, per le stesse vie critiche considerate per le valutazioni radioprotezionistiche. Anche in questo caso sono rispettati i limiti indicati da World Health Organization per l'uranio totale.

## 11 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2017 nell'ambito del programma ordinario hanno confermato l'assenza di contaminazioni ambientali imputabili alle attività svolte dall'impianto. In particolare:

- in due punti di campionamento del suolo coltivato ed in un punto di campionamento dei sedimenti fluviali si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica e le concentrazioni di U-234 e di U-238 hanno superato il limite d'azione; tuttavia non sono state evidenziate alterazioni nei rapporti isotopici rispetto all'uranio naturale: pertanto la contaminazione osservata non è direttamente riconducibile alle attività dell'impianto;
- tra gennaio e febbraio e tra ottobre e dicembre si è osservato un generale incremento delle concentrazioni di attività alfa totale e beta totale nel particolato atmosferico correlabile all'aumentato inquinamento atmosferico causato dalla prolungata assenza di precipitazioni ed osservato anche negli altri punti di campionamento delle reti Arpa;
- nei primi giorni di ottobre si è osservato il superamento del limite di azione per la concentrazione di attività beta totale, imputabile al passaggio della nube di Ru-106 sulla nostra Regione;
- il calcolo della dose efficace agli individui di riferimento della popolazione ha confermato che è stato rispettato il limite di non rilevanza radiologica di 10 microSv/anno, come suggerito dal rispetto dei livelli di riferimento adottati.

## ALLEGATO 1 – Risultati delle misure

Tabella A 1 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Attinidi totali	U-234	U-235	U-238
BQ01	17/019737	14/04/2017	< 0,0229	< 0,113	0,0217 ± 0,0037	-	-	-
BQ01	17/052073	09/10/2017	0,0303 ± 0,0128	< 0,101	0,0133 ± 0,0029	0,0137 ± 0,0016	< 0,000255	0,00616 ± 0,00087
BQ02	17/019738	14/04/2017	0,0414 ± 0,0127	< 0,0954	0,0127 ± 0,0027	-	-	-
BQ02	17/052074	09/10/2017	0,0300 ± 0,0127	< 0,100	0,0292 ± 0,0046	0,0135 ± 0,0015	< 0,000215	0,00611 ± 0,00086
BQ03	17/019739	14/04/2017	< 0,0154	< 0,0968	< 0,00293	-	-	-
BQ03	17/052075	09/10/2017	< 0,0231	< 0,101	0,00515 ± 0,00222	0,00174 ± 0,00039	< 0,000147	0,000844 ± 0,000261
BQ04	17/019740	14/04/2017	0,0125 ± 0,0078	0,0624 ± 0,0445	0,0113 ± 0,0026	-	-	-
BQ04	17/052076	09/10/2017	0,0315 ± 0,0127	0,081 ± 0,0617	0,0119 ± 0,0028	0,00891 ± 0,00104	< 0,00015	0,00617 ± 0,00080

Tabella A 2 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Attinidi totali	U-234	U-235	U-238
BP01	17/025532	17/05/2017	< 0,121	< 0,763	0,0304 ± 0,0045	-	-	-
BP01	17/061413	29/11/2017	0,0253 ± 0,0150	< 0,125	0,0255 ± 0,0039	0,0165 ± 0,0025	< 0,000872	0,00968 ± 0,00176
BP02	17/025534	17/05/2017	< 0,0295	< 0,132	0,0192 ± 0,0033	-	-	-
BP02	n.d.							
BP03	17/025536	17/05/2017	0,314 ± 0,042	< 0,166	0,0354 ± 0,0051	-	-	-
BP03	17/062982	12/12/2017	< 0,0296	< 0,211	0,0166 ± 0,0028	0,0139 ± 0,0014	< 0,0000972	0,00857 ± 0,00098
BP04	17/025537	17/05/2017	0,0253 ± 0,0182	< 0,021	0,0238 ± 0,0037	-	-	-
BP04	17/061416	29/11/2017	0,0207 ± 0,013	< 0,114	0,0118 ± 0,0023	0,00894 ± 0,00148	< 0,000462	0,00616 ± 0,00118
BP05	17/025497	17/05/2017	0,0301 ± 0,0145	< 0,129	0,0230 ± 0,0037	-	-	-
BP05	17/057108	24/10/2017	0,0478 ± 0,0159	< 0,120	0,0242 ± 0,0040	0,0230 ± 0,0024	< 0,000325	0,0116 ± 0,0014
BP06	17/025498	17/05/2017	0,0410 ± 0,0125	< 0,0906	0,0286 ± 0,0043	-	-	-
BP06	17/057110	24/10/2017	0,0431 ± 0,0140	< 0,125	0,0404 ± 0,0059	0,0226 ± 0,0023	0,000206 ± 0,000147	0,0119 ± 0,0014
BPS1	17/017292	05/04/2017	0,0396 ± 0,0183	0,106 ± 0,068	0,0268 ± 0,0042	0,0157 ± 0,0017	0,000565 ± 0,000226	0,00945 ± 0,00119
BPS1	17/057104	24/10/2017	0,0316 ± 0,0127	< 0,122	0,0197 ± 0,0035	0,0152 ± 0,0016	< 0,000118	0,00942 ± 0,0011
BPS2	17/017293	05/04/2017	< 0,0294	< 0,134	0,0175 ± 0,0032	0,0110 ± 0,0012	< 0,000352	0,00685 ± 0,00088
BPS2	17/057105	24/10/2017	0,0324 ± 0,0130	< 0,132	0,0131 ± 0,0028	0,0128 ± 0,0014	0,000130 ± 0,000091	0,00729 ± 0,00087
BPS3	17/017294	05/04/2017	0,0328 ± 0,0191	< 0,170	0,0227 ± 0,0038	0,0137 ± 0,0014	0,000337 ± 0,000155	0,00793 ± 0,00091
BPS3	17/057106	24/10/2017	0,0443 ± 0,0133	< 0,101	0,0227 ± 0,0038	0,0152 ± 0,0017	< 0,000220	0,00919 ± 0,00119
BPS8	17/017766	06/04/2017	0,0374 ± 0,0185	< 0,164	0,0294 ± 0,0045	0,0133 ± 0,0014	0,000423 ± 0,000216	0,00875 ± 0,00103
BPS8	17/057107	24/10/2017	0,0400 ± 0,0147	< 0,116	0,0271 ± 0,0043	0,0152 ± 0,0017	< 0,000256	0,00949 ± 0,00121

Tabella A 3 Risultati delle misure di approfondimento sui campioni di acqua di falda superficiale (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
BPS1	17/017292	05/04/2017	< 0,0208	< 0,00791	< 0,00388	< 1,74	< 0,00428	< 0,000266	< 0,000219
BPS2	17/017293	05/04/2017	< 0,0170	< 0,00315	< 0,00366	< 1,69	< 0,00414	< 0,000549	< 0,000637
BPS3	17/017294	05/04/2017	< 0,0134	< 0,00206	< 0,00362	< 1,84	< 0,00424	< 0,000142	< 0,000165
BPS8	17/017766	06/04/2017	< 0,0172	< 0,00788	< 0,00471	< 1,77	< 0,00607	< 0,000168	< 0,000195

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 - 13100 Vercelli - Tel. 0161269884 - fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Tabella A 4 Risultati delle misure sui campioni di cereali (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	U-234	U-235	U-238
BC01	17/030762	14/06/2017	0,0150 ± 0,0038	< 0,00216	0,00624 ± 0,00262
BC02	17/044912	23/08/2017	< 0,00351	< 0,00383	< 0,00264
BC03	17/030764	14/06/2017	0,00467 ± 0,003	< 0,00441	0,00408 ± 0,00299
BC04	17/044915	23/08/2017	0,00251 ± 0,00162	< 0,00203	0,00217 ± 0,00126

Tabella A 5 Risultati delle misure sui campioni di suolo – strato superficiale 0-5 cm (Bq/kg).  
L'arricchimento dell'uranio naturale è pari a 0,72%.

Punto	Campione	Data	U-234	U-235	U-238	Arricchimento
BS01	17/019607	13/04/2017	20,4 ± 2,4	0,763 ± 0,312	21,7 ± 2,6	0,54% ± 0,23%
BS02	17/019609	13/04/2017	20,0 ± 2,4	0,600 ± 0,269	19,3 ± 2,4	0,48% ± 0,22%
BS03	17/019611	13/04/2017	12,9 ± 1,9	0,474 ± 0,278	11,3 ± 1,7	0,65% ± 0,39%
BS04	17/019612	13/04/2017	21,4 ± 2,3	0,867 ± 0,275	23,8 ± 2,5	0,56% ± 0,19%

Tabella A 6 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato (Bq/kg).  
L'arricchimento dell'uranio naturale è pari a 0,72%.

Punto	Campione	Data	U-234	U-235	U-238	Arricchimento
BC01	17/030759	14/06/2017	33,6 ± 3,3	1,06 ± 0,64	33,4 ± 3,3	0,49% ± 0,30%
BC02	17/044910	23/08/2017	36,8 ± 3,7	1,79 ± 0,36	38,7 ± 3,8	0,71% ± 0,16%
BC03	17/030761	14/06/2017	31,7 ± 3,2	1,06 ± 0,41	31,7 ± 3,2	0,52% ± 0,21%
BC04	17/044913	23/08/2017	25,4 ± 2,8	1,47 ± 0,36	26,4 ± 2,9	0,86% ± 0,23%

Tabella A 7 Risultati delle misure sui campioni di acqua superficiale (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Attinidi totali
BF01	17/019628	13/04/2017	0,0521 ± 0,0380	0,396 ± 0,221	0,00664 ± 0,00218
BF01	17/055567	18/10/2017	0,0595 ± 0,0409	0,549 ± 0,251	0,0629 ± 0,0086
BF02	17/019637	13/04/2017	< 0,0574	0,406 ± 0,227	0,00516 ± 0,00197
BF02	17/055569	18/10/2017	< 0,0556	0,505 ± 0,181	0,0119 ± 0,0027
BF03	17/019645	13/04/2017	< 0,0578	0,489 ± 0,231	0,00791 ± 0,0023
BF03	17/055571	18/10/2017	0,0512 ± 0,0367	0,549 ± 0,229	0,0131 ± 0,0028

Tabella A 8 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti (Bq/kg).  
L'arricchimento dell'uranio naturale è pari a 0,72%.

Punto	Campione	Data	U-234	U-235	U-238	Arricchimento
BF01	17/019630	13/04/2017	11,5 ± 1,5	0,528 ± 0,218	10,7 ± 1,5	0,76% ± 0,33%
BF01	17/055568	18/10/2017	30,1 ± 2,9	1,01 ± 0,52	28,6 ± 2,8	0,55% ± 0,29%
BF02	17/019640	13/04/2017	12,3 ± 2,2	< 0,773	12,0 ± 2,1	< 0,99%
BF02	17/055570	18/10/2017	41,0 ± 3,7	1,51 ± 0,39	40,9 ± 3,7	0,57% ± 0,16%
BF03	17/019647	13/04/2017	18,6 ± 2,5	1,17 ± 0,44	19,8 ± 2,7	0,91% ± 0,36%
BF03	17/055572	18/10/2017	32,3 ± 3,1	1,31 ± 0,56	31,6 ± 3,1	0,64% ± 0,28%

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Tabella A 9 Risultati delle misure sui campioni compositi mensili di particolato atmosferico campionati presso il punto di campionamento all'interno dell'impianto FN-SO.G.I.N. (Bq/m<sup>3</sup>).

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Cs-137	Be-7
BA01	17/008547	01/01/2017	01/02/2017	< 0,0000335	0,00530 ± 0,00106
BA01	17/012612	01/02/2017	01/03/2017	< 0,0000335	0,00169 ± 0,00039
BA01	17/019745	01/03/2017	01/04/2017	< 0,0000210	0,00387 ± 0,00056
BA01	17/024881	01/04/2017	01/05/2017	< 0,0000302	0,00723 ± 0,00099
BA01	17/031165	01/05/2017	01/06/2017	< 0,0000255	0,00611 ± 0,00094
BA01	17/038651	01/06/2017	01/07/2017	< 0,0000633	0,00935 ± 0,00131
BA01	17/043638	01/07/2017	31/07/2017	< 0,0000440	0,00742 ± 0,00107
BA01	17/047443	01/08/2017	01/09/2017	< 0,0000585	0,00654 ± 0,00092
BA01	17/053974	01/09/2017	01/10/2017	< 0,0000654	0,00595 ± 0,00102
BA01	17/059724	01/10/2017	01/11/2017	< 0,0000476	0,00800 ± 0,00121
BA01	17/062823	01/11/2017	01/12/2017	< 0,0000118	0,00503 ± 0,00073
BA01	18/004531	01/12/2017	01/01/2018	< 0,0000358	0,00441 ± 0,00067

Tabella A 10 Risultati delle misure sui filtri giornalieri di particolato atmosferico campionati presso il punto di campionamento all'interno dell'impianto FN-SO.G.I.N. (Bq/m<sup>3</sup>).

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
BA01	17/002798	01/01/2017	02/01/2017	0,000137 ± 0,000041	0,00275 ± 0,00026
BA01	17/002799	02/01/2017	03/01/2017	0,000118 ± 0,000040	0,00356 ± 0,00032
BA01	17/002800	03/01/2017	04/01/2017	0,000115 ± 0,000040	0,00389 ± 0,00035
BA01	17/003650	04/01/2017	05/01/2017	0,0000781 ± 0,0000387	0,00208 ± 0,00023
BA01	17/003651	05/01/2017	06/01/2017	0,0000556 ± 0,0000338	0,000299 ± 0,000147
BA01	17/003652	06/01/2017	07/01/2017	< 0,0000720	0,000949 ± 0,000161
BA01	17/003653	07/01/2017	08/01/2017	0,0000589 ± 0,0000348	0,00158 ± 0,00020
BA01	17/003654	08/01/2017	09/01/2017	0,0000753 ± 0,0000374	0,00192 ± 0,00021
BA01	17/003655	09/01/2017	10/01/2017	0,000104 ± 0,000038	0,00230 ± 0,00024
BA01	17/004539	10/01/2017	11/01/2017	0,0000823 ± 0,0000365	0,00196 ± 0,00021
BA01	17/004540	11/01/2017	12/01/2017	0,0000910 ± 0,0000373	0,00204 ± 0,00022
BA01	17/004541	12/01/2017	13/01/2017	0,0000737 ± 0,0000360	0,00266 ± 0,00026
BA01	17/004542	13/01/2017	14/01/2017	< 0,0000620	0,000535 ± 0,000153
BA01	17/004543	14/01/2017	15/01/2017	< 0,0000666	0,000357 ± 0,000153
BA01	17/004544	15/01/2017	16/01/2017	< 0,0000589	0,000718 ± 0,000159
BA01	17/004545	16/01/2017	17/01/2017	0,0000517 ± 0,0000334	0,000559 ± 0,000154
BA01	17/004546	17/01/2017	18/01/2017	< 0,0000752	0,000785 ± 0,000159
BA01	17/005406	18/01/2017	19/01/2017	0,0000479 ± 0,0000349	0,00132 ± 0,00018
BA01	17/005408	19/01/2017	20/01/2017	< 0,0000825	0,00144 ± 0,00019
BA01	17/005410	20/01/2017	21/01/2017	0,000102 ± 0,000049	0,00198 ± 0,00022
BA01	17/005411	21/01/2017	22/01/2017	0,0000956 ± 0,0000393	0,00276 ± 0,00026
BA01	17/005412	22/01/2017	23/01/2017	0,000120 ± 0,000040	0,00326 ± 0,00029
BA01	17/005413	23/01/2017	24/01/2017	0,0000692 ± 0,0000393	0,00262 ± 0,00026
BA01	17/005416	24/01/2017	25/01/2017	0,000195 ± 0,000057	0,00289 ± 0,00028
BA01	17/005417	25/01/2017	26/01/2017	0,000241 ± 0,000061	0,00390 ± 0,00035
BA01	17/006416	26/01/2017	27/01/2017	0,0000777 ± 0,0000428	0,00222 ± 0,00023
BA01	17/006417	27/01/2017	28/01/2017	0,000119 ± 0,000042	0,00239 ± 0,00024
BA01	17/006418	28/01/2017	29/01/2017	0,000196 ± 0,000047	0,00294 ± 0,00027
BA01	17/006419	29/01/2017	30/01/2017	0,000101 ± 0,000040	0,00315 ± 0,00029
BA01	17/006420	30/01/2017	31/01/2017	0,000180 ± 0,000047	0,00377 ± 0,00034
BA01	17/006421	31/01/2017	01/02/2017	0,000111 ± 0,000045	0,00383 ± 0,00034
BA01	17/006422	01/02/2017	02/02/2017	0,000159 ± 0,000047	0,00416 ± 0,00036
BA01	17/006685	02/02/2017	03/02/2017	0,000159 ± 0,000044	0,00382 ± 0,00033

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
BA01	17/006686	03/02/2017	04/02/2017	0,0000798 ± 0,0000401	0,00242 ± 0,00025
BA01	17/006687	04/02/2017	05/02/2017	0,000148 ± 0,000053	0,00205 ± 0,00022
BA01	17/006688	05/02/2017	06/02/2017	< 0,0000608	0,000708 ± 0,000154
BA01	17/006689	06/02/2017	07/02/2017	< 0,0000726	0,000725 ± 0,000157
BA01	17/007926	07/02/2017	08/02/2017	< 0,0000847	0,00140 ± 0,00019
BA01	17/007927	08/02/2017	09/02/2017	0,0000645 ± 0,0000468	0,00149 ± 0,00020
BA01	17/007928	09/02/2017	10/02/2017	0,0000705 ± 0,0000374	0,00148 ± 0,00019
BA01	17/007929	10/02/2017	11/02/2017	< 0,0000622	0,00114 ± 0,00018
BA01	17/007931	11/02/2017	12/02/2017	0,0001640 ± 0,0000540	0,00184 ± 0,00022
BA01	17/007932	12/02/2017	13/02/2017	< 0,0000667	0,00190 ± 0,00021
BA01	17/007933	13/02/2017	14/02/2017	0,0000630 ± 0,0000375	0,00228 ± 0,00023
BA01	17/007934	14/02/2017	15/02/2017	0,0000669 ± 0,0000382	0,00189 ± 0,00021
BA01	17/008706	15/02/2017	16/02/2017	0,0000547 ± 0,0000381	0,00168 ± 0,00020
BA01	17/008707	16/02/2017	17/02/2017	0,0002300 ± 0,0000620	0,00151 ± 0,00021
BA01	17/008708	17/02/2017	18/02/2017	0,0000758 ± 0,0000402	0,00110 ± 0,00018
BA01	17/008710	18/02/2017	19/02/2017	< 0,0000777	0,00153 ± 0,00020
BA01	17/008711	19/02/2017	20/02/2017	< 0,0000643	0,00139 ± 0,00018
BA01	17/009369	20/02/2017	21/02/2017	0,0000730 ± 0,0000371	0,00107 ± 0,00018
BA01	17/009370	21/02/2017	22/02/2017	< 0,000102	0,00149 ± 0,00020
BA01	17/009371	22/02/2017	23/02/2017	0,0000600 ± 0,0000367	0,00127 ± 0,00019
BA01	17/009373	23/02/2017	24/02/2017	0,0000976 ± 0,0000377	0,00187 ± 0,00022
BA01	17/009374	24/02/2017	25/02/2017	0,000101 ± 0,000039	0,00172 ± 0,00020
BA01	17/009375	25/02/2017	26/02/2017	< 0,0000653	0,000524 ± 0,000149
BA01	17/009376	26/02/2017	27/02/2017	< 0,0000764	0,000906 ± 0,000167
BA01	17/009378	27/02/2017	28/02/2017	< 0,0000860	0,00122 ± 0,00019
BA01	17/011650	28/02/2017	01/03/2017	< 0,0000563	0,000912 ± 0,000146
BA01	17/011651	01/03/2017	02/03/2017	< 0,0000774	0,000314 ± 0,000151
BA01	17/011652	02/03/2017	03/03/2017	< 0,0000838	0,000621 ± 0,000165
BA01	17/011653	03/03/2017	04/03/2017	0,0000599 ± 0,0000355	0,000864 ± 0,000165
BA01	17/011655	04/03/2017	05/03/2017	< 0,0000674	0,000191 ± 0,000143
BA01	17/011656	05/03/2017	06/03/2017	0,0000526 ± 0,0000347	0,000299 ± 0,000151
BA01	17/011657	06/03/2017	07/03/2017	< 0,000118	0,000478 ± 0,000222
BA01	17/012883	07/03/2017	08/03/2017	0,0000553 ± 0,0000349	0,000283 ± 0,000147
BA01	17/012885	08/03/2017	09/03/2017	< 0,0000662	0,000427 ± 0,000148
BA01	17/012887	09/03/2017	10/03/2017	0,0000468 ± 0,0000339	0,000676 ± 0,000161
BA01	17/012889	10/03/2017	11/03/2017	< 0,0000565	0,000861 ± 0,000165
BA01	17/012890	11/03/2017	12/03/2017	< 0,0000663	0,000818 ± 0,000161
BA01	17/012892	12/03/2017	13/03/2017	0,0000473 ± 0,0000336	0,000927 ± 0,000168
BA01	17/012895	14/03/2017	15/03/2017	< 0,0000779	0,00121 ± 0,00019
BA01	17/013479	15/03/2017	16/03/2017	0,0000450 ± 0,0000331	0,00133 ± 0,00019
BA01	17/013480	16/03/2017	17/03/2017	0,0000589 ± 0,0000349	0,00136 ± 0,00019
BA01	17/013481	17/03/2017	18/03/2017	0,0000714 ± 0,0000369	0,00151 ± 0,00020
BA01	17/013482	18/03/2017	19/03/2017	< 0,0000676	0,00148 ± 0,00019
BA01	17/013483	19/03/2017	20/03/2017	< 0,0000619	0,00118 ± 0,00018
BA01	17/013484	20/03/2017	21/03/2017	0,0000522 ± 0,0000363	0,00109 ± 0,00019
BA01	17/015002	21/03/2017	22/03/2017	0,0000982 ± 0,0000390	0,00120 ± 0,00018
BA01	17/015003	22/03/2017	23/03/2017	< 0,0000675	0,000648 ± 0,000158
BA01	17/015004	23/03/2017	24/03/2017	0,0000926 ± 0,0000376	0,00121 ± 0,00018
BA01	17/015006	24/03/2017	25/03/2017	< 0,0000546	0,000396 ± 0,000154
BA01	17/015009	25/03/2017	26/03/2017	0,0000741 ± 0,0000368	0,000694 ± 0,000160
BA01	17/015010	26/03/2017	27/03/2017	< 0,0000664	0,000745 ± 0,000159
BA01	17/015012	27/03/2017	28/03/2017	0,0000541 ± 0,0000361	0,000836 ± 0,000173
BA01	17/017244	28/03/2017	29/03/2017	< 0,0000734	0,00101 ± 0,00018
BA01	17/017245	29/03/2017	30/03/2017	0,0000819 ± 0,0000373	0,00146 ± 0,00019

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
BA01	17/017247	30/03/2017	31/03/2017	< 0,0000884	0,00169 ± 0,00020
BA01	17/017249	31/03/2017	01/04/2017	0,0000711 ± 0,0000365	0,00151 ± 0,00020
BA01	17/017251	01/04/2017	02/04/2017	0,0000672 ± 0,0000383	0,00133 ± 0,00019
BA01	17/017253	02/04/2017	03/04/2017	0,0000755 ± 0,0000360	0,00101 ± 0,00018
BA01	17/017255	03/04/2017	04/04/2017	0,0000887 ± 0,0000381	0,00147 ± 0,00019
BA01	17/017257	04/04/2017	05/04/2017	< 0,0000769	0,00132 ± 0,00019
BA01	17/018345	05/04/2017	06/04/2017	0,0000457 ± 0,0000336	0,000799 ± 0,000162
BA01	17/018347	06/04/2017	07/04/2017	< 0,0000672	0,00101 ± 0,00017
BA01	17/018349	07/04/2017	08/04/2017	0,0000687 ± 0,0000360	0,00117 ± 0,00018
BA01	17/018350	08/04/2017	09/04/2017	0,0000794 ± 0,0000382	0,00168 ± 0,00020
BA01	17/018351	09/04/2017	10/04/2017	< 0,0000834	0,00184 ± 0,00021
BA01	17/018352	10/04/2017	11/04/2017	0,0000953 ± 0,0000476	0,00194 ± 0,00024
BA01	17/020073	11/04/2017	12/04/2017	0,0000752 ± 0,0000362	0,00160 ± 0,00020
BA01	17/020074	12/04/2017	13/04/2017	0,0000869 ± 0,0000399	0,00188 ± 0,00022
BA01	17/020075	13/04/2017	14/04/2017	< 0,0000716	0,00125 ± 0,00019
BA01	17/020076	14/04/2017	15/04/2017	0,0000724 ± 0,0000380	0,00159 ± 0,00020
BA01	17/020077	15/04/2017	16/04/2017	< 0,0000795	0,00142 ± 0,00019
BA01	17/020079	17/04/2017	18/04/2017	< 0,0000634	0,000630 ± 0,000158
BA01	17/020081	18/04/2017	19/04/2017	0,000150 ± 0,000047	0,00101 ± 0,00018
BA01	17/020512	19/04/2017	20/04/2017	< 0,0000651	0,000390 ± 0,000147
BA01	17/020513	20/04/2017	21/04/2017	< 0,0000619	0,000553 ± 0,000152
BA01	17/020515	22/04/2017	23/04/2017	0,0000694 ± 0,0000388	0,00118 ± 0,00018
BA01	17/020516	23/04/2017	24/04/2017	< 0,0000682	0,000962 ± 0,000172
BA01	17/020517	24/04/2017	25/04/2017	< 0,0000691	0,00137 ± 0,00019
BA01	17/020518	25/04/2017	26/04/2017	0,0000698 ± 0,0000376	0,00126 ± 0,00019
BA01	17/021947	26/04/2017	27/04/2017	0,0000623 ± 0,0000371	0,000884 ± 0,000169
BA01	17/021948	27/04/2017	28/04/2017	< 0,0000717	0,000355 ± 0,000153
BA01	17/021949	28/04/2017	29/04/2017	< 0,0000602	0,000289 ± 0,000154
BA01	17/021950	29/04/2017	30/04/2017	< 0,0000700	0,000406 ± 0,000161
BA01	17/021951	30/04/2017	01/05/2017	< 0,0000589	0,000830 ± 0,000164
BA01	17/021953	01/05/2017	02/05/2017	< 0,0000620	0,000498 ± 0,000151
BA01	17/023423	03/05/2017	04/05/2017	< 0,0000605	0,000326 ± 0,000155
BA01	17/023424	04/05/2017	05/05/2017	< 0,0000703	< 0,000326
BA01	17/023428	05/05/2017	06/05/2017	< 0,0000782	0,000707 ± 0,000160
BA01	17/023430	06/05/2017	07/05/2017	< 0,0000630	0,000905 ± 0,000167
BA01	17/023435	08/05/2017	09/05/2017	< 0,0000645	0,000407 ± 0,000154
BA01	17/025487	10/05/2017	11/05/2017	< 0,0000616	0,000854 ± 0,000171
BA01	17/025296	11/05/2017	12/05/2017	< 0,0000690	0,000821 ± 0,000168
BA01	17/025297	12/05/2017	13/05/2017	< 0,0000646	0,000488 ± 0,000158
BA01	17/025298	13/05/2017	14/05/2017	< 0,0000728	0,000263 ± 0,000153
BA01	17/025299	14/05/2017	15/05/2017	< 0,0000614	0,000650 ± 0,000166
BA01	17/025300	15/05/2017	16/05/2017	< 0,0000715	0,000370 ± 0,000163
BA01	17/025301	16/05/2017	17/05/2017	0,0000493 ± 0,0000372	0,000942 ± 0,000176
BA01	17/026197	17/05/2017	18/05/2017	< 0,0000648	0,00115 ± 0,00018
BA01	17/026201	19/05/2017	20/05/2017	0,0000483 ± 0,0000337	0,00118 ± 0,00018
BA01	17/026203	20/05/2017	21/05/2017	< 0,0000707	0,000868 ± 0,000166
BA01	17/026204	21/05/2017	22/05/2017	< 0,0000577	0,000875 ± 0,000167
BA01	17/026206	22/05/2017	23/05/2017	< 0,0000651	0,00115 ± 0,00019
BA01	17/028084	23/05/2017	24/05/2017	< 0,0000837	0,00121 ± 0,00019
BA01	17/028085	24/05/2017	25/05/2017	0,0000973 ± 0,0000357	0,00143 ± 0,00019
BA01	17/028086	25/05/2017	26/05/2017	< 0,0000616	0,00130 ± 0,00019
BA01	17/028087	26/05/2017	27/05/2017	0,0000865 ± 0,0000389	0,00138 ± 0,00019
BA01	17/028088	27/05/2017	28/05/2017	< 0,0000803	0,00129 ± 0,00019
BA01	17/028089	28/05/2017	29/05/2017	0,0000781 ± 0,0000366	0,00167 ± 0,00021

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
BA01	17/028770	30/05/2017	31/05/2017	0,0000887 ± 0,0000399	0,00196 ± 0,00022
BA01	17/028775	31/05/2017	01/06/2017	0,000126 ± 0,000046	0,00132 ± 0,00020
BA01	17/028777	01/06/2017	02/06/2017	0,000145 ± 0,000040	0,00165 ± 0,00020
BA01	17/028778	02/06/2017	03/06/2017	0,000115 ± 0,000043	0,00170 ± 0,00021
BA01	17/028779	03/06/2017	04/06/2017	0,0000770 ± 0,0000386	0,00169 ± 0,00021
BA01	17/028781	04/06/2017	05/06/2017	0,0000523 ± 0,0000385	0,000869 ± 0,000175
BA01	17/028783	05/06/2017	06/06/2017	< 0,0000737	0,000507 ± 0,000167
BA01	17/028784	06/06/2017	07/06/2017	0,0000878 ± 0,0000372	0,000874 ± 0,000182
BA01	17/030765	07/06/2017	08/06/2017	< 0,0000653	0,000846 ± 0,000175
BA01	17/030766	08/06/2017	09/06/2017	0,0000776 ± 0,0000335	0,00106 ± 0,00018
BA01	17/030768	09/06/2017	10/06/2017	< 0,0000618	0,00115 ± 0,00018
BA01	17/030769	10/06/2017	11/06/2017	0,0000591 ± 0,0000354	0,00178 ± 0,00022
BA01	17/030770	11/06/2017	12/06/2017	0,0000725 ± 0,0000387	0,00224 ± 0,00024
BA01	17/030772	12/06/2017	13/06/2017	0,0000906 ± 0,0000507	0,00254 ± 0,00026
BA01	17/030773	13/06/2017	14/06/2017	< 0,0000819	0,00225 ± 0,00025
BA01	17/031808	14/06/2017	15/06/2017	0,0000745 ± 0,0000389	0,00276 ± 0,00027
BA01	17/031809	15/06/2017	16/06/2017	0,0000558 ± 0,0000366	0,00214 ± 0,00023
BA01	17/031810	16/06/2017	17/06/2017	0,0000554 ± 0,0000395	0,00206 ± 0,00023
BA01	17/031811	17/06/2017	18/06/2017	< 0,0000720	0,00157 ± 0,00020
BA01	17/031812	18/06/2017	19/06/2017	0,0000524 ± 0,0000358	0,00125 ± 0,00019
BA01	17/031813	19/06/2017	20/06/2017	< 0,0000658	0,00110 ± 0,00019
BA01	17/032732	20/06/2017	21/06/2017	< 0,0000700	0,00124 ± 0,00019
BA01	17/032734	21/06/2017	22/06/2017	0,0000522 ± 0,0000361	0,00224 ± 0,00024
BA01	17/032736	22/06/2017	23/06/2017	< 0,0000728	0,00235 ± 0,00025
BA01	17/032738	23/06/2017	24/06/2017	0,0000487 ± 0,0000366	0,00211 ± 0,00023
BA01	17/032739	24/06/2017	25/06/2017	0,0000701 ± 0,0000378	0,00184 ± 0,00022
BA01	17/032740	25/06/2017	26/06/2017	< 0,0000938	0,00182 ± 0,00022
BA01	17/032742	26/06/2017	27/06/2017	0,0000655 ± 0,0000397	0,00152 ± 0,00020
BA01	17/033889	27/06/2017	28/06/2017	0,0000597 ± 0,0000371	0,00176 ± 0,00021
BA01	17/033890	29/06/2017	30/06/2017	< 0,0000646	0,000464 ± 0,000161
BA01	17/033891	30/06/2017	01/07/2017	< 0,0000646	0,000438 ± 0,000158
BA01	17/033892	01/07/2017	02/07/2017	< 0,0000598	0,000478 ± 0,000155
BA01	17/033893	02/07/2017	03/07/2017	< 0,0000588	0,000464 ± 0,000157
BA01	17/033895	03/07/2017	04/07/2017	< 0,0000653	0,000658 ± 0,000168
BA01	17/035532	04/07/2017	05/07/2017	< 0,0000604	0,00113 ± 0,00018
BA01	17/035534	05/07/2017	06/07/2017	< 0,0000592	0,00111 ± 0,00018
BA01	17/035539	06/07/2017	07/07/2017	< 0,0000649	0,00125 ± 0,00019
BA01	17/035541	07/07/2017	08/07/2017	0,0000764 ± 0,0000383	0,00158 ± 0,00020
BA01	17/035544	08/07/2017	09/07/2017	0,0000626 ± 0,0000404	0,00208 ± 0,00024
BA01	17/035546	09/07/2017	10/07/2017	0,0001130 ± 0,0000420	0,00206 ± 0,00023
BA01	17/035549	10/07/2017	11/07/2017	0,0000544 ± 0,0000381	0,00173 ± 0,00022
BA01	17/039259	11/07/2017	12/07/2017	0,0000700 ± 0,0000420	0,00136 ± 0,00020
BA01	17/039261	12/07/2017	13/07/2017	0,000123 ± 0,000039	0,00172 ± 0,00021
BA01	17/039263	13/07/2017	14/07/2017	0,0000784 ± 0,0000413	0,00175 ± 0,00022
BA01	17/039264	14/07/2017	15/07/2017	0,0000609 ± 0,0000374	0,00114 ± 0,00018
BA01	17/039266	15/07/2017	16/07/2017	< 0,0000884	0,00129 ± 0,00019
BA01	17/039269	16/07/2017	17/07/2017	< 0,0000556	0,000871 ± 0,000171
BA01	17/039271	17/07/2017	18/07/2017	< 0,0000616	0,00112 ± 0,00018
BA01	17/040265	18/07/2017	19/07/2017	0,0000626 ± 0,0000370	0,00165 ± 0,00021
BA01	17/040266	19/07/2017	20/07/2017	< 0,0000771	0,000999 ± 0,000180
BA01	17/040268	20/07/2017	21/07/2017	0,000163 ± 0,000043	0,00164 ± 0,00021
BA01	17/040269	21/07/2017	22/07/2017	0,0000808 ± 0,0000413	0,00158 ± 0,00021
BA01	17/040270	22/07/2017	23/07/2017	0,0000907 ± 0,0000398	0,00220 ± 0,00023
BA01	17/040273	23/07/2017	24/07/2017	< 0,0000612	0,00146 ± 0,00020

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
BA01	17/040275	24/07/2017	25/07/2017	0,000100 ± 0,000042	0,00113 ± 0,00019
BA01	17/041361	25/07/2017	25/07/2017	< 0,000115	< 0,000563
BA01	17/041362	26/07/2017	26/07/2017	0,0000400 ± 0,0000304	0,00049 ± 0,00016
BA01	17/041363	27/07/2017	27/07/2017	< 0,0000626	0,000701 ± 0,000167
BA01	17/041365	29/07/2017	29/07/2017	< 0,0000647	0,00107 ± 0,00019
BA01	17/041366	30/07/2017	30/07/2017	0,0000734 ± 0,0000366	0,00125 ± 0,00019
BA01	17/041367	31/07/2017	31/07/2017	0,0000501 ± 0,0000377	0,00154 ± 0,00020
BA01	17/041368	01/08/2017	01/08/2017	0,000143 ± 0,000089	0,00191 ± 0,00041
BA01	17/043305	01/08/2017	02/08/2017	0,000185 ± 0,000048	0,00256 ± 0,00026
BA01	17/043306	02/08/2017	03/08/2017	0,000169 ± 0,000048	0,00228 ± 0,00025
BA01	17/043307	03/08/2017	04/08/2017	0,000176 ± 0,000046	0,00225 ± 0,00025
BA01	17/043308	04/08/2017	05/08/2017	0,000188 ± 0,000049	0,00238 ± 0,00025
BA01	17/043310	05/08/2017	06/08/2017	0,000205 ± 0,000049	0,00276 ± 0,00027
BA01	17/043311	06/08/2017	07/08/2017	0,0000606 ± 0,0000401	0,00138 ± 0,00020
BA01	17/043313	07/08/2017	08/08/2017	0,0000619 ± 0,0000371	0,000967 ± 0,000174
BA01	17/043314	08/08/2017	09/08/2017	< 0,0000780	0,000895 ± 0,000181
BA01	17/043627	09/08/2017	10/08/2017	0,0000570 ± 0,0000404	0,00175 ± 0,00022
BA01	17/043628	10/08/2017	11/08/2017	0,0001060 ± 0,0000370	0,00123 ± 0,00019
BA01	17/043629	11/08/2017	12/08/2017	< 0,0000612	0,000627 ± 0,000162
BA01	17/043630	12/08/2017	13/08/2017	< 0,0000592	0,000736 ± 0,000162
BA01	17/043631	13/08/2017	14/08/2017	< 0,0000703	0,00115 ± 0,00019
BA01	17/043632	14/08/2017	15/08/2017	0,0000561 ± 0,0000350	0,00131 ± 0,00019
BA01	17/043633	15/08/2017	16/08/2017	< 0,0000818	0,00153 ± 0,00020
BA01	17/044991	16/08/2017	17/08/2017	0,0000681 ± 0,0000376	0,00222 ± 0,00024
BA01	17/044999	17/08/2017	18/08/2017	0,0000611 ± 0,0000399	0,00237 ± 0,00025
BA01	17/045000	18/08/2017	19/08/2017	0,0000908 ± 0,0000405	0,00251 ± 0,00025
BA01	17/045001	19/08/2017	20/08/2017	0,0000628 ± 0,0000371	0,00201 ± 0,00023
BA01	17/045002	20/08/2017	21/08/2017	< 0,0000638	0,00103 ± 0,00018
BA01	17/045003	21/08/2017	22/08/2017	0,0000788 ± 0,0000388	0,00131 ± 0,00019
BA01	17/045004	22/08/2017	23/08/2017	0,0000768 ± 0,0000385	0,00163 ± 0,00021
BA01	17/045757	23/08/2017	24/08/2017	< 0,0000681	0,00175 ± 0,00021
BA01	17/045758	24/08/2017	25/08/2017	0,0000555 ± 0,0000364	0,00179 ± 0,00022
BA01	17/045759	25/08/2017	26/08/2017	0,0000524 ± 0,0000386	0,00210 ± 0,00024
BA01	17/045760	26/08/2017	27/08/2017	0,0000613 ± 0,0000418	0,00213 ± 0,00023
BA01	17/045761	27/08/2017	28/08/2017	0,0000742 ± 0,0000410	0,00257 ± 0,00026
BA01	17/045762	28/08/2017	29/08/2017	0,0000767 ± 0,0000432	0,00292 ± 0,00032
BA01	17/045763	29/08/2017	30/08/2017	0,0000716 ± 0,0000378	0,00184 ± 0,00022
BA01	17/045764	30/08/2017	31/08/2017	0,0000964 ± 0,0000436	0,00282 ± 0,00028
BA01	17/046536	31/08/2017	01/09/2017	0,000107 ± 0,000046	0,00181 ± 0,00022
BA01	17/046538	01/09/2017	02/09/2017	< 0,0000676	0,000680 ± 0,000167
BA01	17/046539	02/09/2017	03/09/2017	< 0,0000619	0,000252 ± 0,000156
BA01	17/046541	03/09/2017	04/09/2017	< 0,0000701	0,000449 ± 0,000164
BA01	17/046542	04/09/2017	05/09/2017	< 0,0000631	0,000748 ± 0,000169
BA01	17/046544	05/09/2017	06/09/2017	< 0,0000694	0,00107 ± 0,00018
BA01	17/047603	06/09/2017	07/09/2017	0,0000622 ± 0,0000368	0,00121 ± 0,00019
BA01	17/047604	07/09/2017	08/09/2017	< 0,0000692	0,00108 ± 0,00018
BA01	17/047605	08/09/2017	09/09/2017	< 0,0000673	0,00151 ± 0,00020
BA01	17/047606	09/09/2017	10/09/2017	0,0000594 ± 0,0000365	0,000826 ± 0,000170
BA01	17/047607	10/09/2017	11/09/2017	< 0,0000611	0,000360 ± 0,000157
BA01	17/047609	11/09/2017	12/09/2017	< 0,0000793	0,000635 ± 0,000203
BA01	17/048360	12/09/2017	13/09/2017	< 0,0000670	0,000649 ± 0,000161
BA01	17/048362	13/09/2017	14/09/2017	< 0,0000580	0,000602 ± 0,000161
BA01	17/048366	14/09/2017	15/09/2017	0,0000473 ± 0,0000350	0,000927 ± 0,000177
BA01	17/048367	15/09/2017	16/09/2017	< 0,0000620	0,00112 ± 0,00018

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
BA01	17/048368	16/09/2017	17/09/2017	< 0,0000667	0,00106 ± 0,00018
BA01	17/048371	17/09/2017	18/09/2017	0,0000532 ± 0,0000353	0,000722 ± 0,000164
BA01	17/048375	18/09/2017	19/09/2017	0,000102 ± 0,000042	0,00131 ± 0,00020
BA01	17/050487	19/09/2017	20/09/2017	< 0,0000665	0,000607 ± 0,000162
BA01	17/050489	20/09/2017	21/09/2017	0,0000623 ± 0,0000370	0,000502 ± 0,000157
BA01	17/050490	21/09/2017	22/09/2017	0,0000520 ± 0,0000368	0,000895 ± 0,000166
BA01	17/050492	22/09/2017	23/09/2017	0,0000710 ± 0,0000367	0,00136 ± 0,00019
BA01	17/050493	23/09/2017	24/09/2017	0,0000991 ± 0,0000393	0,00137 ± 0,00020
BA01	17/050496	24/09/2017	25/09/2017	0,0000599 ± 0,0000388	0,00159 ± 0,00021
BA01	17/050497	25/09/2017	26/09/2017	< 0,0000773	0,00186 ± 0,00021
BA01	17/050499	26/09/2017	27/09/2017	0,0000921 ± 0,0000390	0,00164 ± 0,00021
BA01	17/051621	27/09/2017	28/09/2017	0,0000799 ± 0,0000389	0,00181 ± 0,00022
BA01	17/051622	28/09/2017	29/09/2017	0,0000612 ± 0,0000406	0,00228 ± 0,00024
BA01	17/051623	29/09/2017	30/09/2017	0,000150 ± 0,000043	0,00301 ± 0,00029
BA01	17/051624	30/09/2017	01/10/2017	0,000138 ± 0,000045	0,00276 ± 0,00027
BA01	17/051625	01/10/2017	02/10/2017	0,0000802 ± 0,0000417	0,0127 ± 0,0010
BA01	17/051626	02/10/2017	03/10/2017	0,000116 ± 0,000040	0,0117 ± 0,0009
BA01	17/051627	03/10/2017	04/10/2017	0,000124 ± 0,000043	0,00775 ± 0,00062
BA01	17/052519	04/10/2017	05/10/2017	0,000200 ± 0,000047	0,00839 ± 0,00066
BA01	17/052521	06/10/2017	07/10/2017	0,0000957 ± 0,0000408	0,000930 ± 0,000177
BA01	17/052523	07/10/2017	08/10/2017	0,0000659 ± 0,0000368	0,000669 ± 0,000161
BA01	17/052524	08/10/2017	09/10/2017	0,0000809 ± 0,0000385	0,000924 ± 0,000179
BA01	17/052526	09/10/2017	10/10/2017	0,0000631 ± 0,0000394	0,00128 ± 0,00019
BA01	17/052527	10/10/2017	11/10/2017	< 0,0000934	0,00174 ± 0,00021
BA01	17/055514	12/10/2017	13/10/2017	0,000105 ± 0,000041	0,00177 ± 0,00021
BA01	17/055516	13/10/2017	14/10/2017	0,000127 ± 0,000043	0,00234 ± 0,00024
BA01	17/055517	14/10/2017	15/10/2017	0,000152 ± 0,000044	0,00276 ± 0,00027
BA01	17/055518	15/10/2017	16/10/2017	0,000174 ± 0,000045	0,00322 ± 0,00029
BA01	17/055519	16/10/2017	17/10/2017	0,000147 ± 0,000043	0,00344 ± 0,00032
BA01	17/055521	17/10/2017	18/10/2017	0,000142 ± 0,000058	0,00360 ± 0,00037
BA01	17/057091	18/10/2017	19/10/2017	0,000160 ± 0,000047	0,00385 ± 0,00035
BA01	17/057094	19/10/2017	20/10/2017	0,000127 ± 0,000046	0,00465 ± 0,00039
BA01	17/057095	20/10/2017	21/10/2017	0,000221 ± 0,000055	0,00606 ± 0,00049
BA01	17/057096	21/10/2017	22/10/2017	0,000290 ± 0,000059	0,00635 ± 0,00051
BA01	17/057097	22/10/2017	23/10/2017	0,000177 ± 0,000050	0,00243 ± 0,00025
BA01	17/057098	23/10/2017	24/10/2017	0,000104 ± 0,000043	0,000456 ± 0,000168
BA01	17/057551	24/10/2017	25/10/2017	0,000156 ± 0,000045	0,00116 ± 0,00019
BA01	17/057552	25/10/2017	26/10/2017	0,000137 ± 0,000044	0,00150 ± 0,00020
BA01	17/057553	26/10/2017	27/10/2017	0,000123 ± 0,000050	0,00196 ± 0,00023
BA01	17/057984	27/10/2017	28/10/2017	0,000180 ± 0,000049	0,00249 ± 0,00026
BA01	17/057985	28/10/2017	29/10/2017	0,0000839 ± 0,0000389	0,00215 ± 0,00023
BA01	17/057986	29/10/2017	30/10/2017	0,0000798 ± 0,0000402	0,00151 ± 0,00019
BA01	17/057987	31/10/2017	01/11/2017	0,0000941 ± 0,0000392	0,00190 ± 0,00021
BA01	17/057988	01/11/2017	02/11/2017	< 0,0000917	0,00208 ± 0,00023
BA01	17/057989	02/11/2017	03/11/2017	0,000103 ± 0,000055	0,00320 ± 0,00033
BA01	17/058675	03/11/2017	04/11/2017	0,000148 ± 0,000044	0,00381 ± 0,00033
BA01	17/058676	04/11/2017	05/11/2017	0,000108 ± 0,000045	0,00449 ± 0,00039
BA01	17/058677	05/11/2017	06/11/2017	< 0,0000609	0,000638 ± 0,000165
BA01	17/058678	06/11/2017	07/11/2017	< 0,0000591	0,000516 ± 0,000153
BA01	17/058679	07/11/2017	08/11/2017	< 0,0000663	0,000547 ± 0,000165
BA01	17/059837	08/11/2017	09/11/2017	0,0000513 ± 0,0000358	0,00105 ± 0,00017
BA01	17/059838	09/11/2017	10/11/2017	< 0,0000678	0,00125 ± 0,00019
BA01	17/059839	10/11/2017	11/11/2017	0,0000746 ± 0,0000383	0,00109 ± 0,00018
BA01	17/059840	11/11/2017	12/11/2017	< 0,0000628	0,00124 ± 0,00018

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
BA01	17/059841	12/11/2017	13/11/2017	< 0,0000644	0,00112 ± 0,00018
BA01	17/059842	13/11/2017	14/11/2017	0,0000745 ± 0,0000370	0,000646 ± 0,000162
BA01	17/059843	14/11/2017	15/11/2017	0,0000493 ± 0,0000361	0,000867 ± 0,000168
BA01	17/060633	15/11/2017	16/11/2017	0,0000525 ± 0,0000356	0,00123 ± 0,00018
BA01	17/060634	16/11/2017	17/11/2017	< 0,0000796	0,00192 ± 0,00022
BA01	17/060635	17/11/2017	18/11/2017	0,0000812 ± 0,0000387	0,00263 ± 0,00030
BA01	17/060636	18/11/2017	19/11/2017	0,0000973 ± 0,0000438	0,00270 ± 0,00026
BA01	17/060637	19/11/2017	20/11/2017	< 0,0000700	0,00220 ± 0,00023
BA01	17/060638	20/11/2017	21/11/2017	< 0,0000889	0,00370 ± 0,00033
BA01	17/060639	21/11/2017	22/11/2017	0,0000768 ± 0,0000451	0,00368 ± 0,00034
BA01	17/061427	22/11/2017	23/11/2017	< 0,000104	0,00441 ± 0,00038
BA01	17/061428	23/11/2017	24/11/2017	< 0,0000879	0,00371 ± 0,00033
BA01	17/061429	24/11/2017	25/11/2017	< 0,0000919	0,00419 ± 0,00037
BA01	17/061430	25/11/2017	26/11/2017	0,0000813 ± 0,0000524	0,00427 ± 0,00038
BA01	17/061431	26/11/2017	27/11/2017	< 0,0000659	0,000432 ± 0,000149
BA01	17/061432	27/11/2017	28/11/2017	< 0,0000690	0,000829 ± 0,000164
BA01	17/061433	28/11/2017	29/11/2017	< 0,0000753	0,00208 ± 0,00023
BA01	17/062007	29/11/2017	30/11/2017	< 0,0000701	0,00211 ± 0,00023
BA01	17/062009	30/11/2017	01/12/2017	< 0,0000750	0,000809 ± 0,000166
BA01	17/062011	01/12/2017	02/12/2017	< 0,0000825	0,00124 ± 0,00019
BA01	17/062014	02/12/2017	03/12/2017	< 0,0000814	0,000674 ± 0,000171
BA01	17/062015	03/12/2017	04/12/2017	< 0,0000774	0,00144 ± 0,00019
BA01	17/062017	04/12/2017	05/12/2017	< 0,0000694	0,00136 ± 0,00020
BA01	17/062974	05/12/2017	06/12/2017	< 0,0000734	0,00168 ± 0,00020
BA01	17/062976	06/12/2017	07/12/2017	< 0,0000853	0,00235 ± 0,00025
BA01	17/062977	07/12/2017	08/12/2017	< 0,0000815	0,00209 ± 0,00024
BA01	17/062978	08/12/2017	09/12/2017	< 0,0000944	0,00178 ± 0,00022
BA01	17/062979	09/12/2017	10/12/2017	< 0,0000815	< 0,000267
BA01	17/062980	10/12/2017	11/12/2017	< 0,0000782	0,000996 ± 0,000176
BA01	17/062981	11/12/2017	12/12/2017	< 0,0000713	0,00114 ± 0,00019
BA01	17/063965	12/12/2017	13/12/2017	< 0,0000873	0,000575 ± 0,000166
BA01	17/063966	13/12/2017	14/12/2017	0,0000696 ± 0,0000415	0,00163 ± 0,00020
BA01	17/063967	14/12/2017	15/12/2017	< 0,0000841	0,00196 ± 0,00022
BA01	17/063968	15/12/2017	16/12/2017	0,0000829 ± 0,0000409	0,00207 ± 0,00022
BA01	17/063969	16/12/2017	17/12/2017	0,0000814 ± 0,0000401	0,00170 ± 0,00020
BA01	17/063970	17/12/2017	18/12/2017	< 0,0000580	0,000500 ± 0,000148
BA01	17/063971	18/12/2017	19/12/2017	< 0,0000750	0,00172 ± 0,00021
BA01	17/063972	19/12/2017	20/12/2017	0,000134 ± 0,000051	0,00252 ± 0,00028
BA01	17/064347	20/12/2017	21/12/2017	0,0000690 ± 0,0000369	0,00157 ± 0,00019
BA01	17/064349	21/12/2017	22/12/2017	0,0000742 ± 0,0000398	0,00279 ± 0,00026
BA01	17/064350	22/12/2017	23/12/2017	0,0000983 ± 0,0000388	0,00322 ± 0,00029
BA01	17/064351	23/12/2017	24/12/2017	0,0000480 ± 0,0000365	0,00258 ± 0,00026
BA01	17/064352	24/12/2017	25/12/2017	0,0000725 ± 0,0000364	0,00159 ± 0,00020
BA01	17/064353	25/12/2017	26/12/2017	0,0000652 ± 0,0000393	0,00272 ± 0,00026
BA01	17/064354	26/12/2017	27/12/2017	0,000143 ± 0,000046	0,00551 ± 0,00045
BA01	18/002101	27/12/2017	28/12/2017	0,000107 ± 0,000041	0,00236 ± 0,00025
BA01	18/002102	28/12/2017	29/12/2017	< 0,0000665	0,000553 ± 0,000153
BA01	18/002103	29/12/2017	30/12/2017	< 0,0000636	0,000758 ± 0,000158
BA01	18/002104	30/12/2017	31/12/2017	0,0000541 ± 0,0000360	0,00142 ± 0,00019

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## ALLEGATO 2 – Metodi

Metodi utilizzati dal 01/01/2017 al 16/10/2017

- U.RP.MA008 “Determinazione di Stronzio 89 e Stronzio 90 in acqua” – ISO 13160: 2012 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 16 del 24/09/2015);
- U.RP.MA009 “Determinazione della concentrazione di attività alfa totale e beta totale nelle acque non saline mediante scintillazione liquida” – ISO 11704: 2010 Water quality - Measurement of gross alpha and beta activity concentration in non-saline water - Liquid scintillation counting method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede G Alessandria – Elenco prove revisione 12 del 24/09/2015);
- U.RP.MA017 “Determinazione degli isotopi di uranio in acqua” – ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- 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.MA080 “Determinazione degli isotopi di uranio negli alimenti” - ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry - HASL-300, 28th Edition, Vol. I U-02-RC Rev. 1 2000 p. A per preparazione campione – metodo normalizzato;
- U.RP.MA081 “Determinazione di isotopi dell’Uranio nel suolo” - UNI ISO 18589-4: 2015 Misurazione della radioattività nell’ambiente - Suolo - Parte 4: Misurazione degli isotopi del plutonio (plutonio 238 e plutonio 239 + 240) mediante spettrometria alfa - ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry.– metodo normalizzato;
- U.RP.M742 “Determinazione dell’attività alfa totale da attinidi nell’acqua - Eichrom Technologies, Inc. ACW11-03 Gross Alpha Radioactivity in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M808: “Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M827 “Spettrometria gamma ad alta risoluzione” – metodo interno accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- 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 12 del 24/09/2015);
- U.RP.T085 “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

Metodi utilizzati dal 16/10/2017 al 31/12/2017

- U.RP.MA009 “Determinazione della concentrazione di attività alfa totale e beta totale nelle acque non saline mediante scintillazione liquida” – UNI EN ISO 11704: 2015 Water quality - Measurement of gross alpha and beta activity concentration in non-saline water - 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.MA017 “Determinazione degli isotopi di uranio in acqua” – ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 17 del 16/10/2017);
- U.RP.MA080 “Determinazione degli isotopi di uranio negli alimenti” - UNI ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry - HASL-300, 28th Edition, Vol. I U-02-RC Rev. 1 2000 p. A per preparazione campione – metodo normalizzato;
- U.RP.MA081 “Determinazione di isotopi dell’Uranio nel suolo” - UNI ISO 18589-4: 2015 Misurazione della radioattività nell’ambiente - Suolo - Parte 4: Misurazione degli isotopi del plutonio (plutonio 238 e plutonio 239 + 240) mediante spettrometria alfa - ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry.– metodo normalizzato;
- U.RP.M742 “Determinazione dell’attività alfa totale da attinidi nell’acqua - Eichrom Technologies, Inc. ACW11-03 Gross Alpha Radioactivity in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M808: “Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.T085 “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

### ALLEGATO 3 – Glossario

<b>Atomo</b>	È il costituente fondamentale della materia ed è composto dal nucleo e dagli elettroni orbitali.
<b>Attività</b>	Numero di trasformazioni nucleari spontanee di un radionuclide che si producono nell'unità di tempo; si esprime in Becquerel.
<b>Becquerel (Bq)</b>	Unità di misura dell'attività; 1 Bq = 1 disintegrazione al secondo.
<b>Combustibile nucleare</b>	Materiale fissile utilizzato per produrre energia in una centrale nucleare.
<b>Combustibile nucleare irraggiato</b>	Combustibile nucleare dopo l'utilizzo in un reattore nucleare.
<b>Contaminazione radioattiva</b>	Contaminazione di una matrice, di una superficie, di un ambiente di vita o di lavoro o di un individuo, prodotta da sostanze radioattive.
<b>Decadimento</b>	Trasformazione spontanea di un nuclide instabile in un altro nuclide.
<b>Decommissioning</b>	Insieme delle operazioni pianificate, tecniche e amministrative da effettuare su di un impianto nucleare al termine del suo esercizio al fine della sicurezza e protezione della popolazione e dell'ambiente, in funzione della destinazione finale dell'impianto e del sito.
<b>Dose assorbita</b>	Energia assorbita per unità di massa di materiale irraggiato; si esprime in Gy.
<b>Dose efficace</b>	Somma delle dosi equivalenti nei diversi organi e tessuti del corpo umano moltiplicate per gli appropriati fattori di ponderazione ( $w_T$ ); si esprime in Sv.
<b>Dose efficace impegnata</b>	Somma delle dosi equivalenti impegnate nei diversi organi e tessuti risultanti dall'introduzione di uno o più radionuclidi, ciascuna moltiplicata per il fattore di ponderazione del tessuto $w_T$ ; si esprime in Sv.
<b>Dose equivalente</b>	Prodotto della dose assorbita media in un tessuto o organo per il fattore di ponderazione delle radiazioni; si esprime in Sv.
<b>Dose equivalente impegnata</b>	Dose equivalente ricevuta da un organo o da un tessuto, in un determinato periodo di tempo, in seguito all'introduzione di uno o più radionuclidi; si esprime in Sv.
<b>Fondo naturale di radiazioni</b>	Insieme delle radiazioni ionizzanti provenienti da sorgenti naturali, terrestri e cosmiche, sempre che l'esposizione che ne risulta non sia accresciuta in modo significativo da attività umane.
<b>Formula di scarico</b>	Insieme delle prescrizioni per l'immissione controllata di radionuclidi nell'ambiente; è diversificata per effluenti aeriformi e liquidi.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

<b>Gray (Gy)</b>	Unità di misura della dose assorbita; $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
<b>Gruppi di riferimento della popolazione (gruppi critici)</b>	Gruppi che comprendono persone la cui esposizione è ragionevolmente omogenea e rappresentativa di quella degli individui della popolazione maggiormente esposti, in relazione ad una determinata fonte di esposizione.
<b>Limite di Rivelabilità</b>	Rappresenta il limite strumentale di rivelazione, cioè la minima quantità di radioattività che il sistema di misura è in grado di rivelare.
<b>Notazione scientifica</b>	$1\text{E}+01 = 1 \times 10^{+1} = 10$ ; $1\text{E}+00 = 1 \times 10^0 = 1$ ; $1\text{E}-02 = 1 \times 10^{-2} = 0,01$
<b>Ricettività ambientale</b>	Attività degli effluenti, sia liquidi sia aeriformi, il cui scarico provoca nel gruppo di riferimento della popolazione un prestabilito livello di dose, tale da rispettare il limite di dose pertinente.
<b>Sievert (Sv)</b>	Unità di misura della dose equivalente e della dose efficace; se il fattore di ponderazione della radiazione è uguale a uno, $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ , Sono suoi sottomultipli il millisievert ( $1 \text{ mSv} = 1\text{E}-03 \text{ Sv}$ ) e il microsievert ( $1 \mu\text{Sv} = 1\text{E}-06 \text{ Sv}$ ).
<b>Via critica</b>	Via di esposizione relativa al gruppo di riferimento della popolazione.

#### **ALLEGATO 4 – Bibliografia**

- RT/2005/UDA ENEA Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente.
- UNSCEAR Report 2000 vol, I.
- UNSCEAR Report 2008 vol, I.
- World Health Organization, *Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition, 2011.*