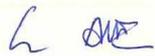


**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI**  
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

**Rapporto anno 2013**

Relazione tecnica n. 21/SS21.02/2014

Redazione	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Luca Albertone	<b>Data:</b> 28/11/2014	<b>Firma:</b> 
	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Manuela Marga	<b>Data:</b> 28/11/2014	<b>Firma:</b> 
	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Giuseppe Tozzi	<b>Data:</b> 28/11/2014	<b>Firma:</b> 
Verifica	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Laura Porzio	<b>Data:</b> 15/12/2014	<b>Firma:</b> 
Approvazione	<b>Funzione:</b> Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni <b>Nome:</b> Giovanni d'Amore	Firmato digitalmente	

**Il sistema di gestione qualità è certificato ISO 9001: 2008 da SAI GLOBAL ITALIA**

**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  
**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	ATTIVITA' DI MONITORAGGIO E CONTROLLO	3
3	LE STRATEGIE DI CONTROLLO	4
4	ATTIVITA' SVOLTE DALL' IMPIANTO NELL'ANNO 2013	5
5	LE RETI DI MONITORAGGIO	5
6	METODOLOGIA DI MISURA	6
7	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	9
8	ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	9
8.1.	Monitoraggio ambientale ordinario – risultati delle misure	9
9	ATTIVITA' DI CONTROLLO	25
9.1.	Controllo degli scarichi di effluenti radioattivi	25
9.2.	Controllo dei materiali rilasciabili dall'impianto	26
10	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	26
11	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	28

## 1 PREMESSA

In questa relazione vengono riassunti i risultati del monitoraggio radiologico ambientale condotto da Arpa Piemonte nell'anno 2013 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 s.m.i.

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 s.m.i." 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 in data 16 giugno 2005.

## 2 ATTIVITA' 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, che 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 individuare, con l'ausilio di opportuni modelli di diffusione, le *vie critiche* ed i *gruppi 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)

riferimento della popolazione. Vengono così scelte le *matrici ambientali* ed *alimentari* da campionare, i *punti di prelievo* 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 prelievo e l'analisi di un campione dai serbatoi di raccolta prima di ogni scarico.

## **3 LE STRATEGIE DI CONTROLLO**

Sono state applicate le strategie di controllo descritte nel documento *Strategie di monitoraggio e controllo dei siti nucleari* recentemente aggiornato 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. 2 febbraio 2001 n. 31 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano", pur non riguardando le azioni di monitoraggio e controllo dei siti nucleari, fissa in particolare le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

Pertanto, al fine di disporre di uno strumento operativo immediato ed efficace, sono stati ricavati dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*, livelli di riferimento operativi direttamente confrontabili con le concentrazioni di attività misurate nelle varie matrici.

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). I *valori di screening* costituiscono dei valori di attenzione che suggeriscono di intraprendere azioni finalizzate ad un approfondimento della situazione.

### **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)

### **Trattamento statistico dei dati**

I valori di concentrazione dei radionuclidi artificiali rilevati nell'ambiente ed imputabili a rilasci degli impianti sono, allo stato attuale, molto inferiori ai livelli di riferimento adottati e questo pone il problema della loro corretta valutazione sia in termini analitici che di attribuzione.

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 prelievo, per ogni matrice e per ogni parametro è stato possibile definire un Limite di azione, valore della concentrazione di un determinato radionuclide al di sopra del quale è in atto un evento anomalo.

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

## **4 ATTIVITA' SVOLTE DALL' IMPIANTO NELL'ANNO 2013**

Com'è noto l'impianto è in fase di decommissioning e nel corso del 2013 sono state effettuate in particolare le seguenti attività:

- smantellamento del sistema di ventilazione
- attività di monitoraggio finale dei materiali ai fini del loro rilascio dal sito privi di vincoli radiologici

Sono stati effettuati 13 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel Rio Lovassina.

## **5 LE RETI DI MONITORAGGIO**

Nell'anno 2013 la rete di monitoraggio ordinario del sito di Bosco Marengo è rimasta invariata poiché non sono intervenuti cambiamenti sostanziali dello scenario globale.

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 prelievi sono effettuati secondo precise modalità di campionamento – 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.

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

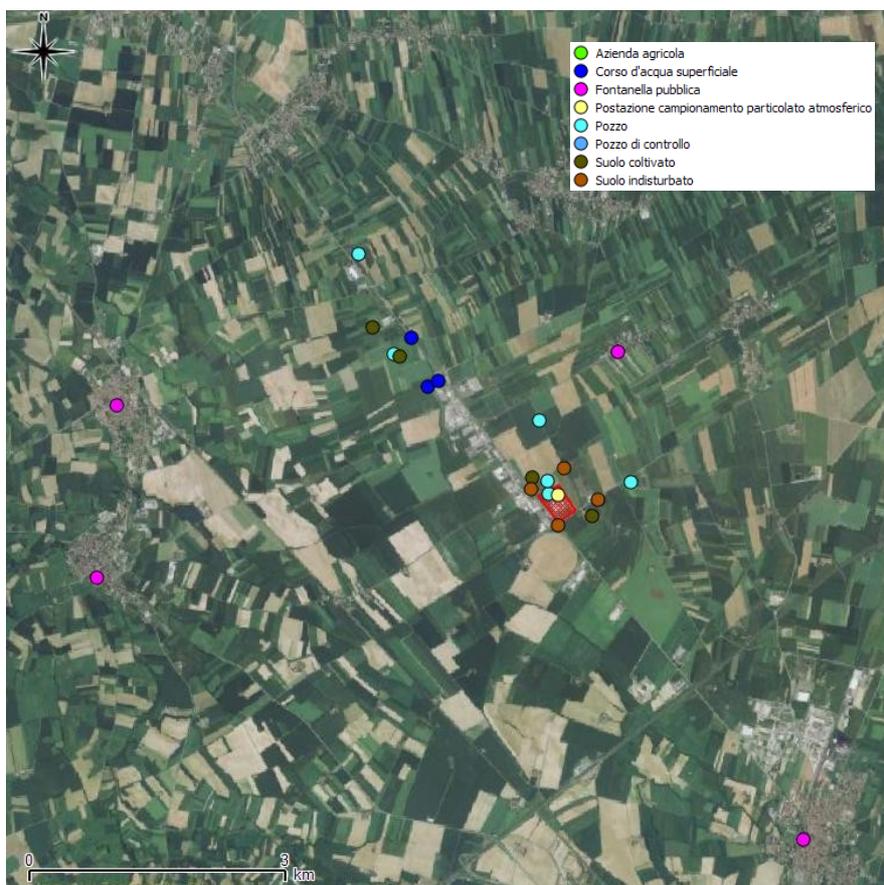
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)  
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Tabella 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	Semestrale
Acqua superficiale	BF01, BF02, BF03	Semestrale
Sedimenti fluviali	BF01, BF02, BF03	Semestrale
Cereali di coltivazione locale	BC01, BC02, BC03, BC04	Annuale
Suolo indisturbato	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.



## 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:

### 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)

- la determinazione dell'attività *alfa totale* e *beta totale* permette la quantificazione dell'attività imputabile a tutti i radionuclidi alfa emettitori e beta emettitori presenti nel campione, senza consentirne l'analisi qualitativa. Rappresenta un utile strumento per un confronto diretto con i *valori di screening* fissati per la contaminazione del particolato atmosferico e dell'acqua destinata al consumo umano;
- i *metodi radiochimici* prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emettitori (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 – prelevati ed analizzati nel corso del 2013 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 2013.

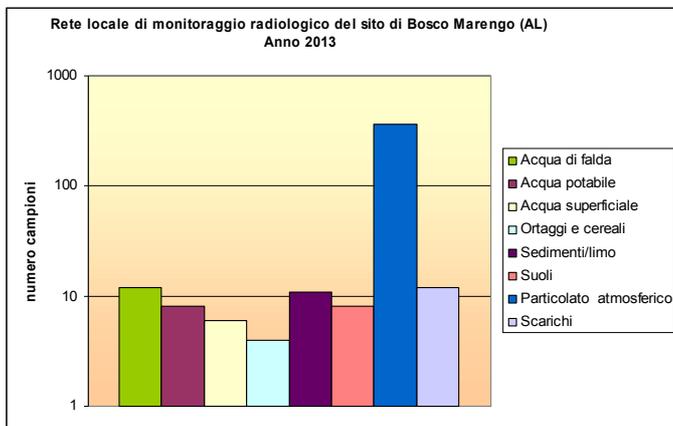
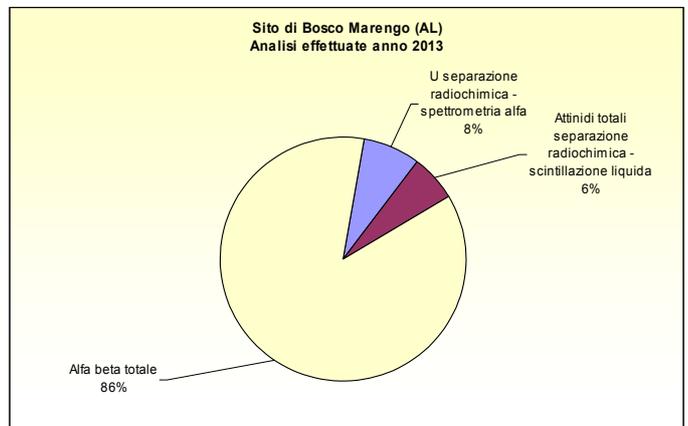


Figura 3 Analisi effettuate nell'anno 2013.



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	α totale	0,1	-	0,5	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	β totale	0,2	-	1	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	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	α totale	0,1	-	0,5	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	β totale	0,2	-	1	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	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	α totale	0,1	-	-	
	β 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	α totale ritardata	0,00005	-	-	
	β 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 indisturbato	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 ISO 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203 rev. 4) per i principali metodi di prova;
- è certificato ISO 9001 (certificato SAI GLOBAL ITALIA n. 1625);
- partecipa con cadenza annuale a circuiti di interconfronto nazionali ed internazionali (EC, IAEA ed altri).

**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)

## 7 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

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

- catena spettrometrica alfa con rivelatori al silicio a barriera superficiale e software di elaborazione ORTEC "Alpha Vision - versione 5";
- contatori proporzionali a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Wallac mod. Winspectral 1414.

## 8 ATTIVITA' 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.

Si segnala altresì che tutti i risultati delle misure, dal 2006 al 2013, 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 5.*
- *Presenza di Uranio di origine naturale.*
- *Contributo alla dose 1,82 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 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 orizzontale rappresenta il *valore di screening* fissato da World Health Organization per l'Uranio totale.

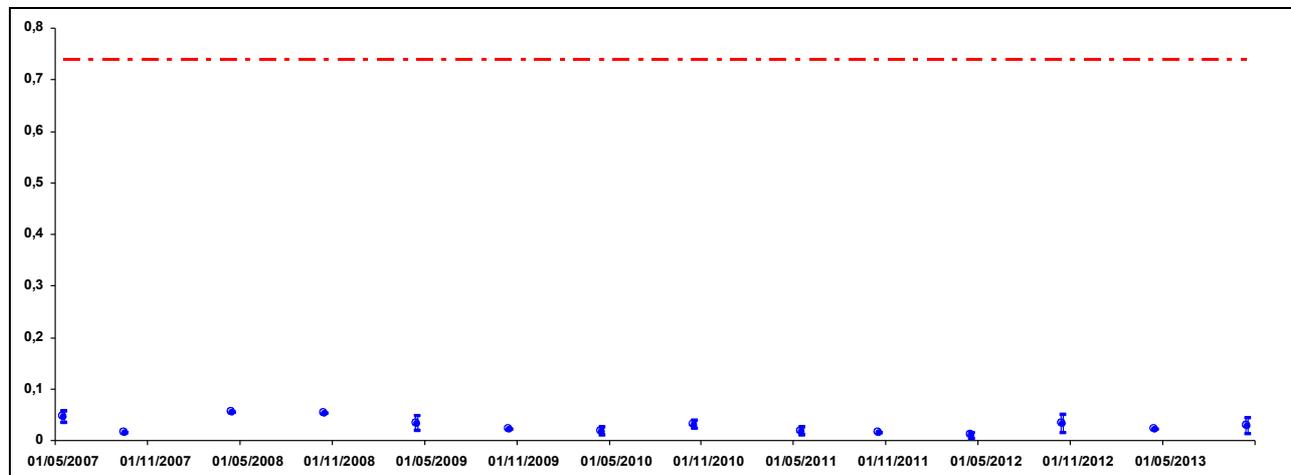
#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

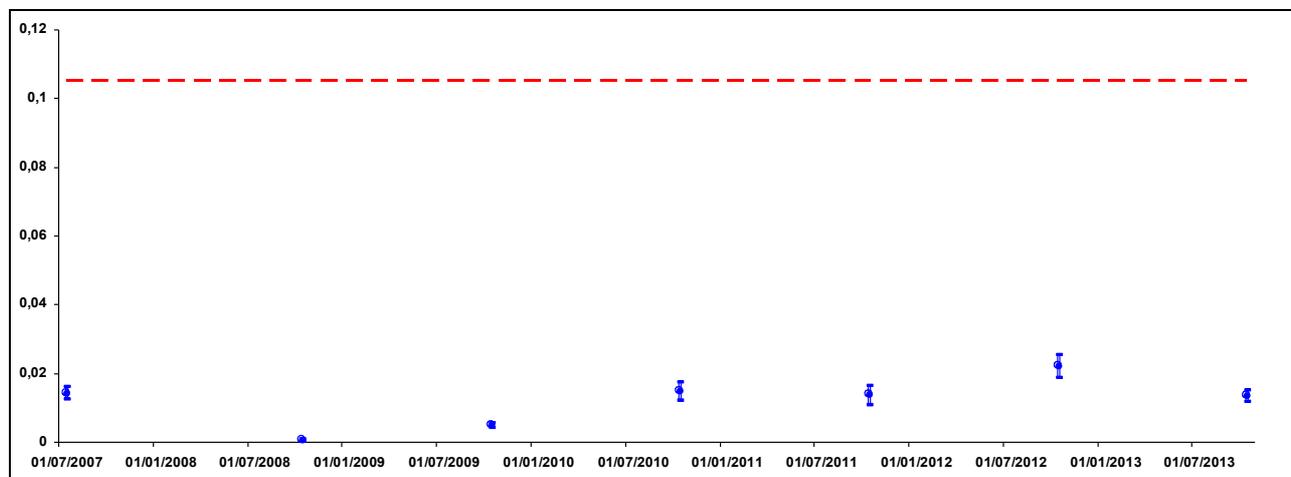
Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 4 Andamento della concentrazione degli Attinidi totali nell'acqua potabile prelevata nel punto BQ01 (Bq/l). La linea orizzontale 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 orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

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

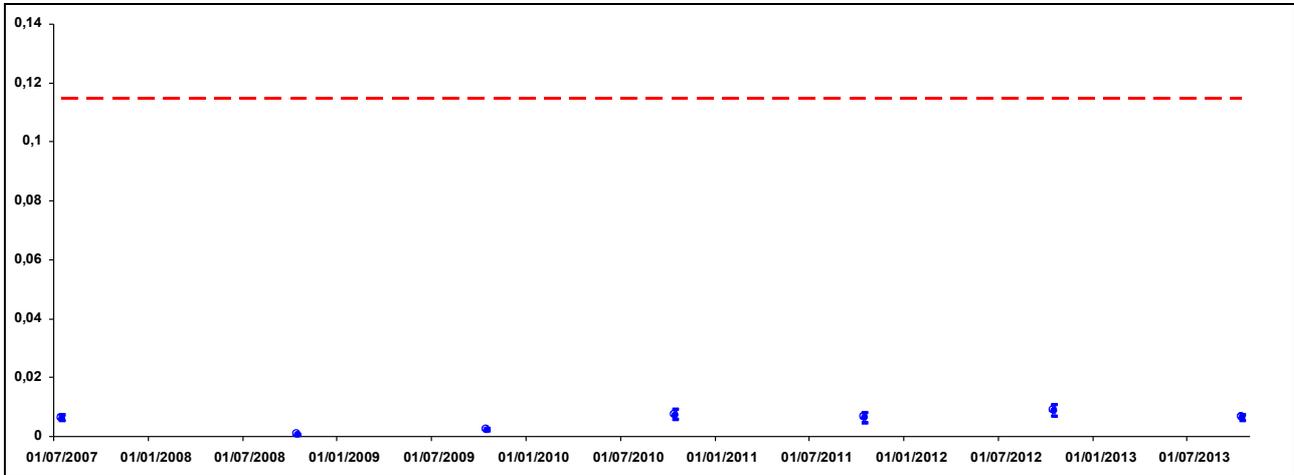


**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

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 6 Andamento della concentrazione di U-238 nell'acqua potabile prelevata nel punto BQ01 (Bq/l). La linea orizzontale 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 6.*
- *Presenza di Uranio di origine naturale.*
- *Contributo alla dose 2,59 microSv/anno.*



Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi privati BP01, BP02, BP03, BP04, 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*.

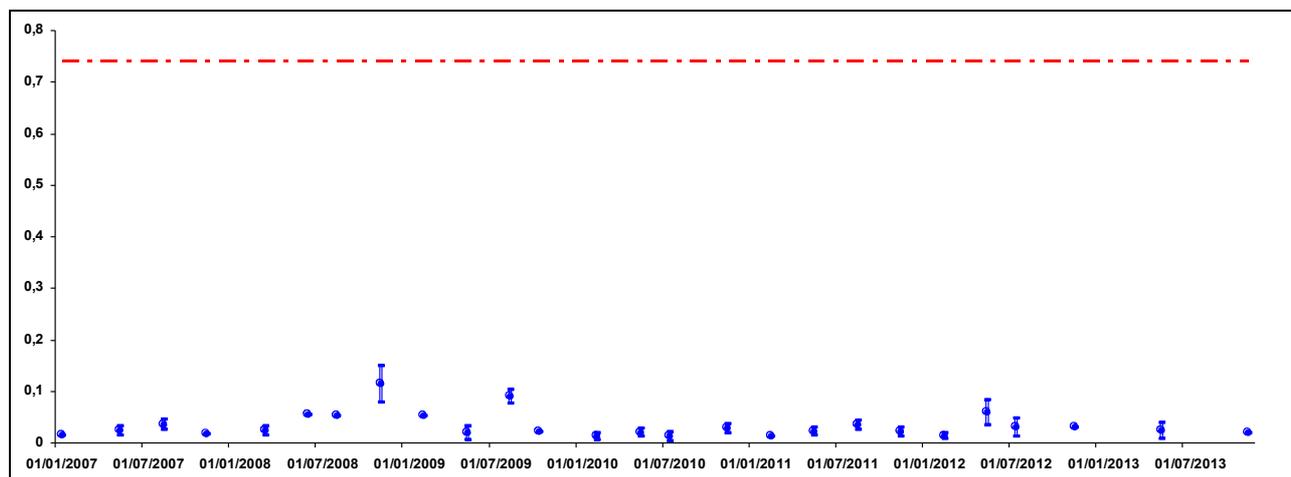
#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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)

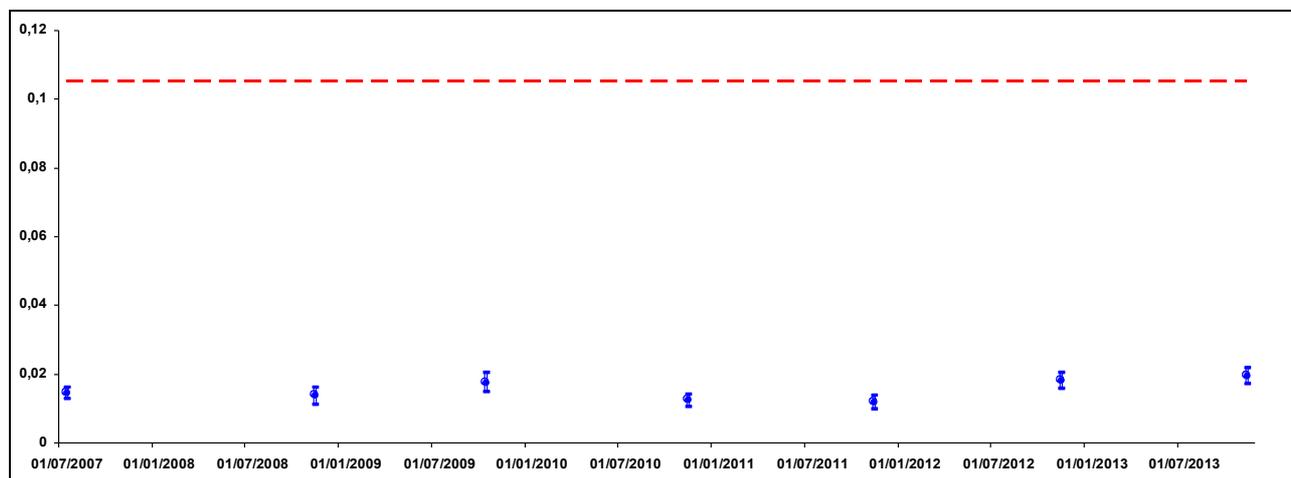
Nel grafico di Figura 7 è riportato, a titolo esemplificativo, l'andamento della concentrazione degli Attinidi totali nell'acqua di falda superficiale prelevata nel pozzo privato BP01. La linea orizzontale rappresenta il *valore di screening* fissato da World Health Organization per l'Uranio totale.

Figura 7 Andamento della concentrazione degli Attinidi totali nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto BP01 (Bq/l). La linea orizzontale 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 prelevata nel pozzo privato BP01. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

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



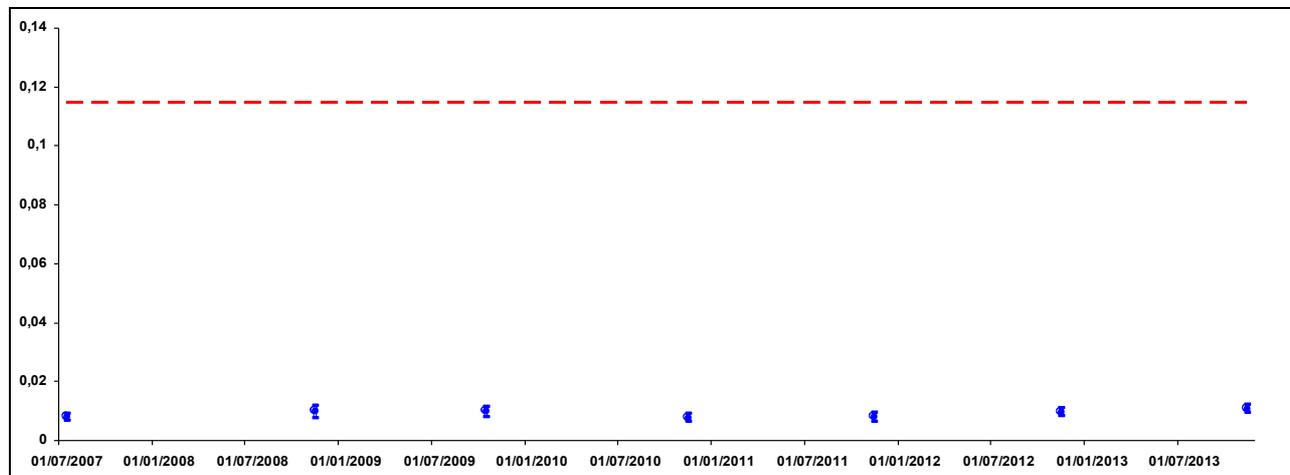
**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

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 9 Andamento della concentrazione di U-238 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto BP01 (Bq/l). La linea orizzontale 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 7.*
- *Presenza di Uranio di origine naturale.*
- *Contributo alla dose 0,24 microSv/anno.*



Nei campioni di cereali di produzione locale prelevati 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 prelevati nel punto BC01. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

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

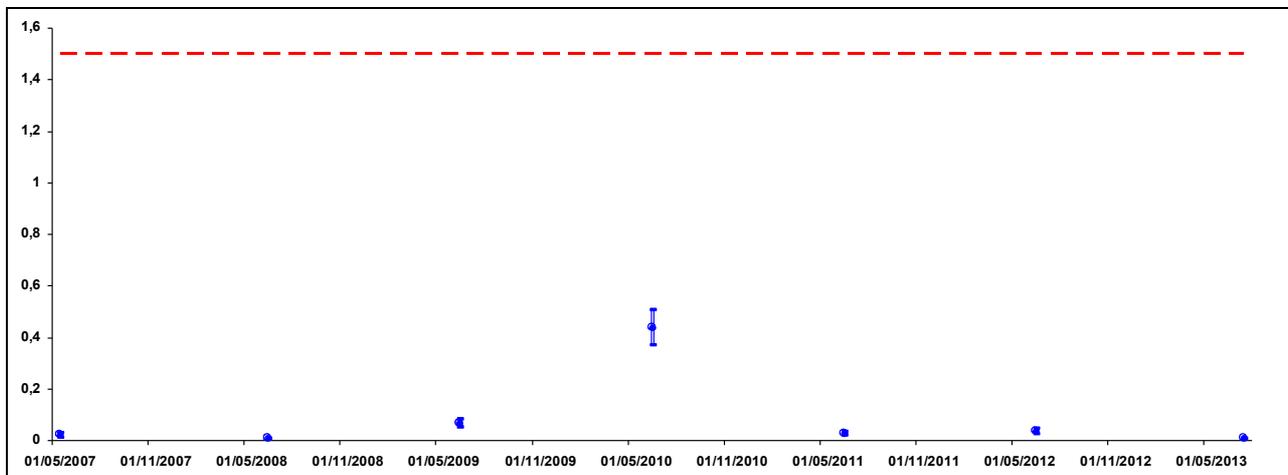
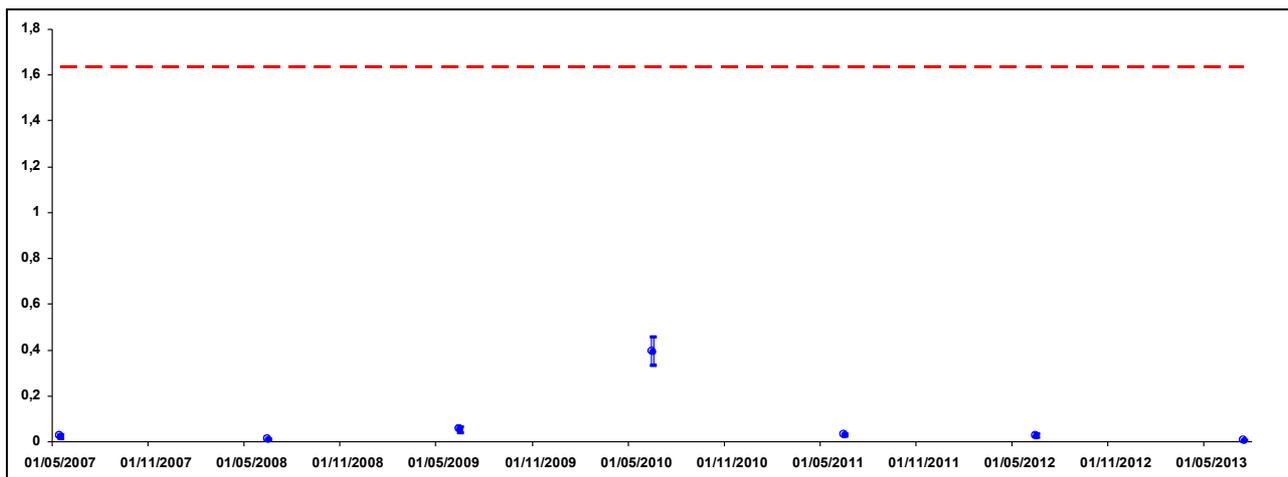


Figura 11 Andamento della concentrazione di U-238 nei cereali prelevati nel punto BC01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.



**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)

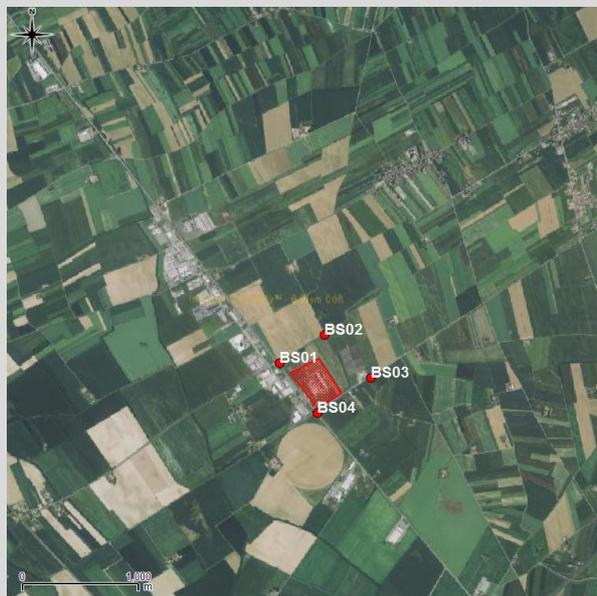
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## Indicatori ambientali

### Suolo indisturbato

- *E' un indicatore ambientale utile per valutare eventuali ricadute al suolo.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 8.*
- *Presenza di Uranio di origine naturale.*
- *Nel corso del 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



Nei campioni di suolo indisturbato prelevati 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 di azione*. Nel corso del 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica. Inoltre 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 12 e Figura 13 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nel suolo indisturbato prelevato nel punto BS01. La linea orizzontale rappresenta il *limite di 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 12 Andamento della concentrazione di U-234 nel suolo indisturbato prelevato nel punto BS01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.

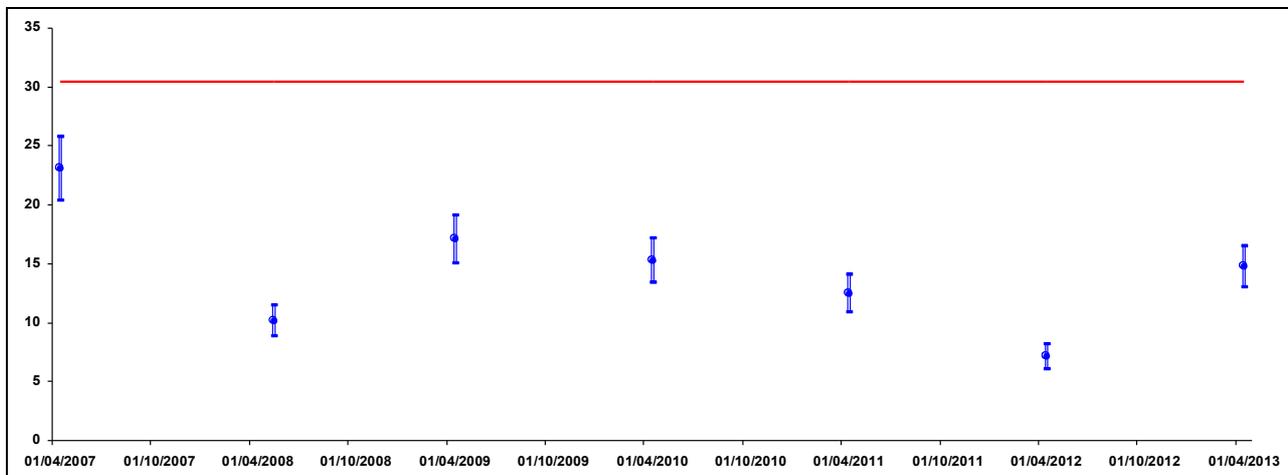
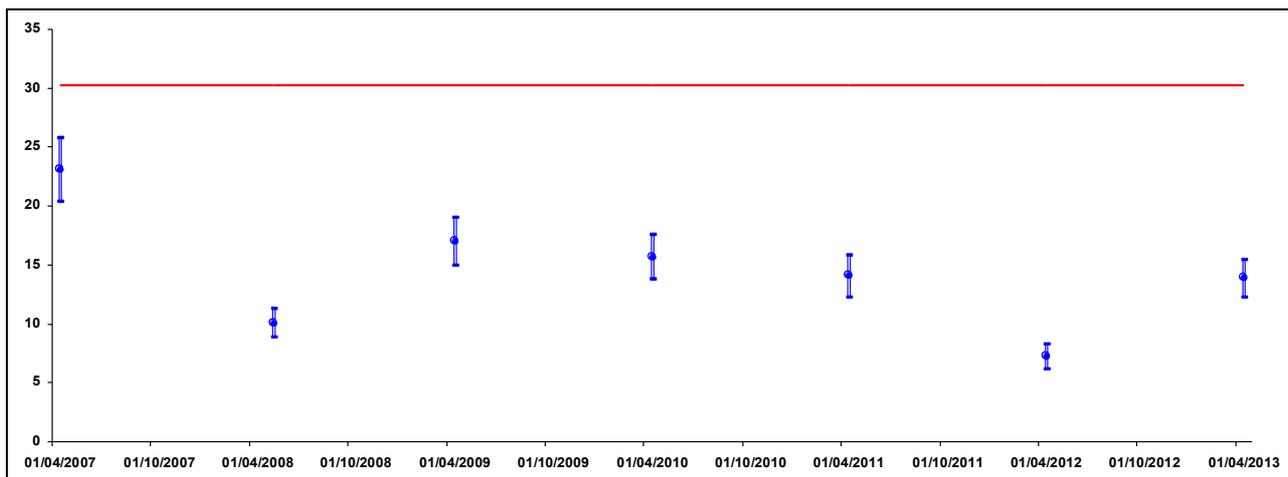


Figura 13 Andamento della concentrazione di U-238 nel suolo indisturbato prelevato nel punto BS01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.



**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)

### **Suolo coltivato**

- *La contaminazione radioattiva è uniformemente distribuita.*
- *E' un indicatore ambientale utile per valutare eventuali ricadute al suolo.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 9.*
- *Presenza di Uranio di origine naturale.*
- *Nel corso del 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



Nei campioni di suolo coltivato prelevati 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. 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 di azione*. Nel corso del 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica. Inoltre 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 prelevato nel punto BC01. La linea orizzontale rappresenta il *limite di 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 prelevato nel punto BC01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.

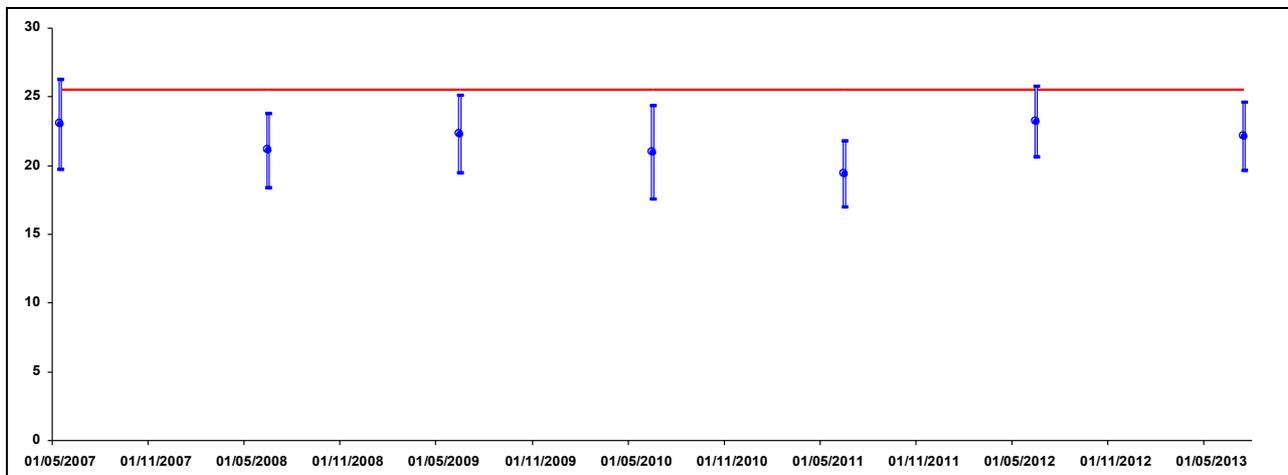
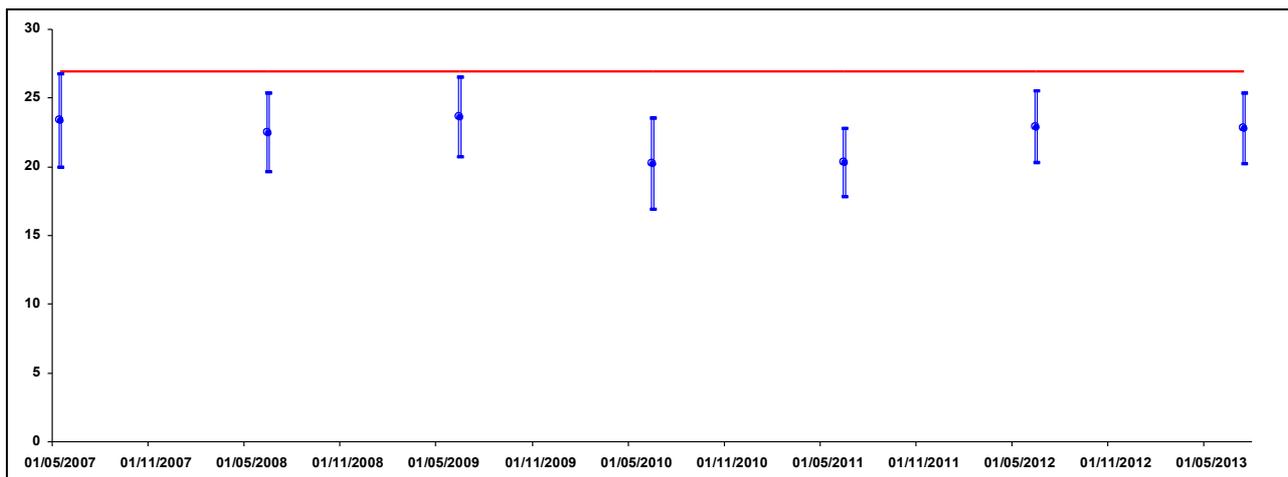
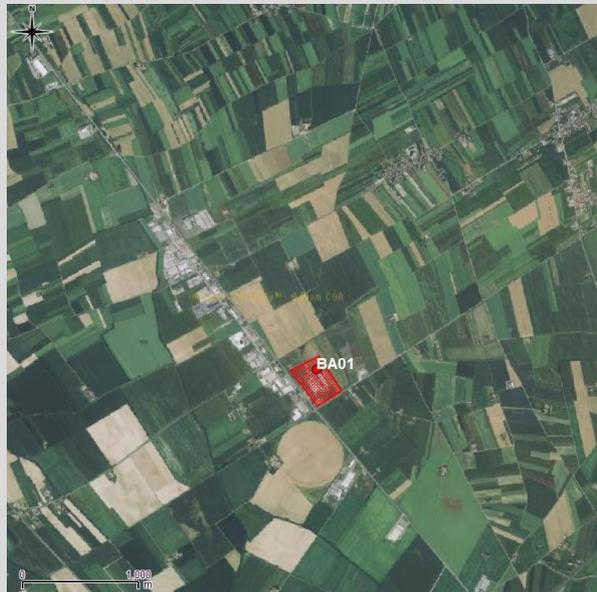


Figura 15 Andamento della concentrazione di U-238 nel suolo coltivato prelevato nel punto BC01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.



### 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 12.
- Nel corso del 2013 non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.
- Nel corso del 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.



Il particolato atmosferico è prelevato 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 (Be-7).

Nel grafico di Figura 16 è riportato l'andamento delle misure di *screening* di attività alfa totale sui filtri giornalieri. La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati. Nel grafico di Figura 17 è riportato l'andamento delle misure di *screening* di attività beta totale sui filtri giornalieri. La linea orizzontale rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.

Nel corso del 2013 è stato riscontrato un solo superamento del valore di *screening* per l'attività beta totale (Figura 17), attribuibile ad una maggiore concentrazione dei radionuclidi di origine naturale. Non si è mai evidenziato un andamento anomalo rispetto alle serie storiche.

#### 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 delle misure di screening di attività alfa totale sui campioni di particolato atmosferico prelevati presso l'impianto FN-SO.G.I.N. ( $Bq/m^3$ ). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.

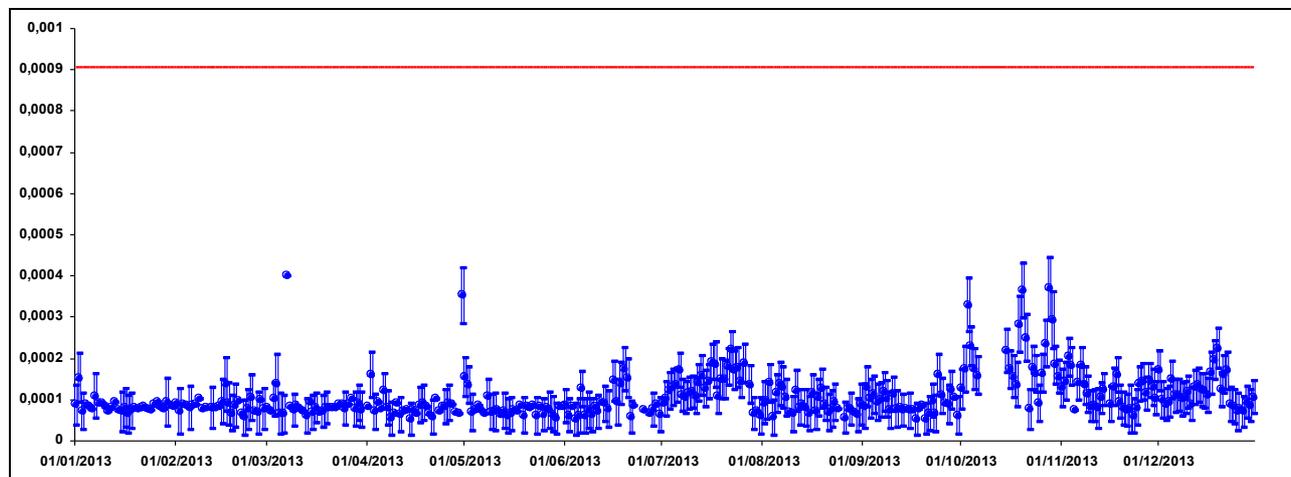
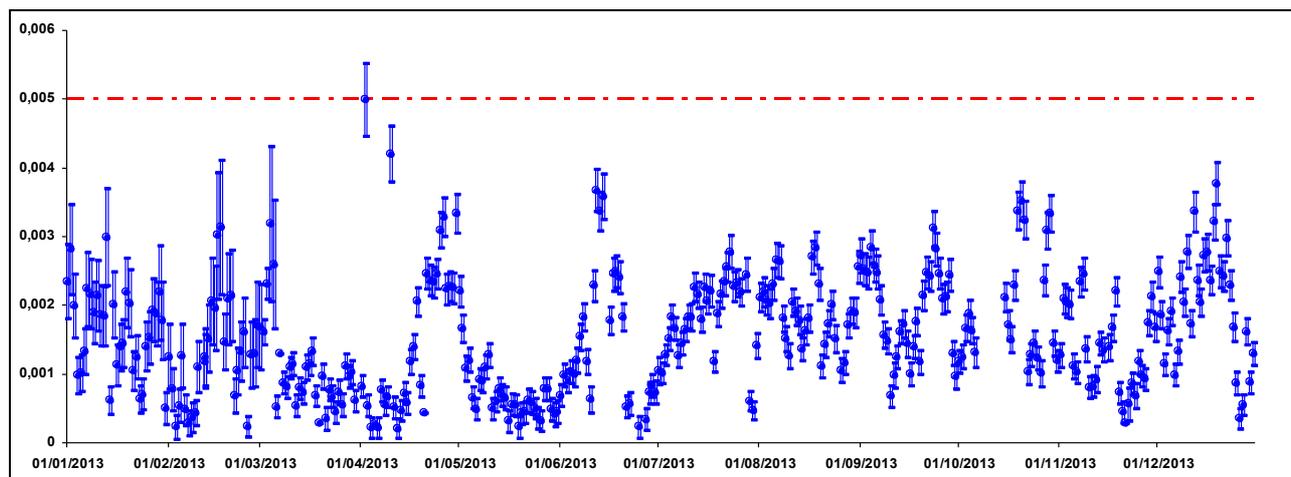


Figura 17 Andamento delle misure di screening di attività beta totale sui campioni di particolato atmosferico prelevati presso l'impianto FN-SO.G.I.N. ( $Bq/m^3$ ). La linea orizzontale rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



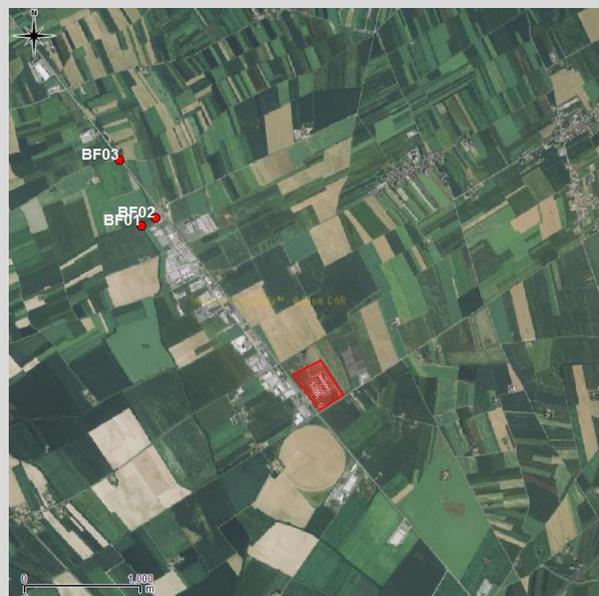
**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

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)

### Acqua superficiale

- *Costituisce un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 10.*
- *Presenza di Uranio di origine naturale.*
- *Nel corso del 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



I campioni di acqua superficiale del Rio Lovassina prelevati 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 di 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 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

Nei grafici di Figura 18 e Figura 19 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 orizzontale rappresenta il *valore di screening* secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. Nel corso del 2013 non si è verificato alcun superamento del *valore di screening* né a monte né a valle dello scarico dell'impianto.

#### 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 Beta totale nell'acqua superficiale prelevata a monte dello scarico dell'impianto nel punto BF01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.

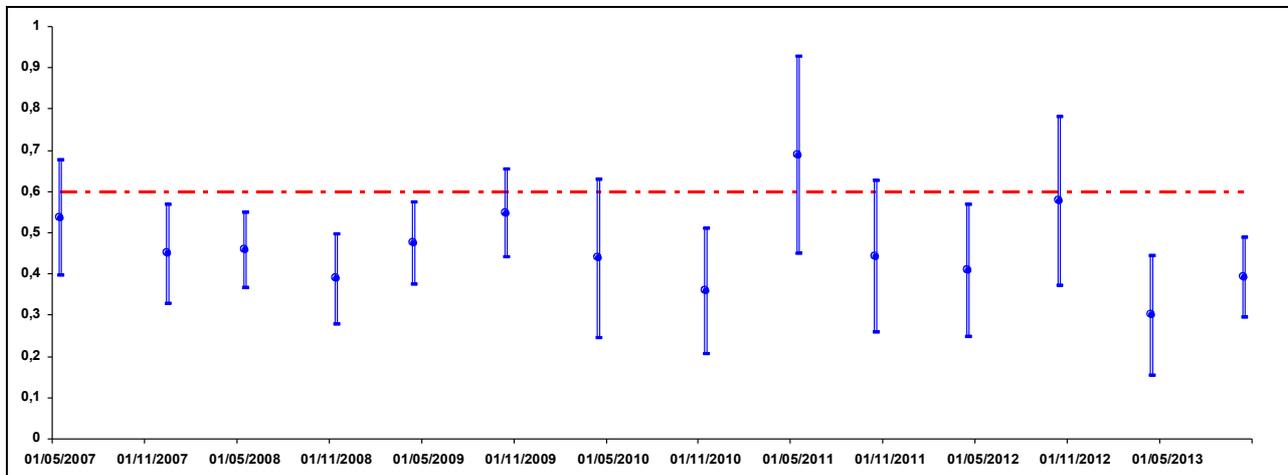
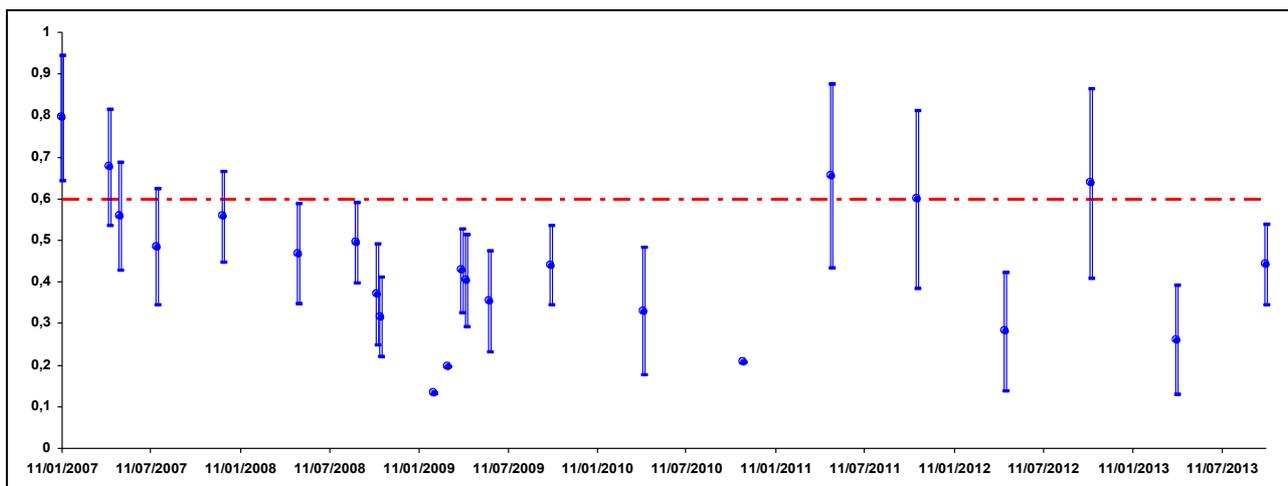


Figura 19 Andamento della concentrazione Beta totale nell'acqua superficiale prelevata a valle dello scarico dell'impianto nel punto BF02 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



**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)

### Sedimenti fluviali

- *Costituiscono un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 11.*
- *Presenza di Uranio di origine naturale.*
- *Nel corso del 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



I campioni di sedimenti del Rio Lovassina prelevati 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 di azione*. Nel corso del 2013 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica. Inoltre 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 20 e Figura 21 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nei sedimenti prelevati nel punto BF02, posto a valle dello scarico dell'impianto. La linea orizzontale rappresenta il *limite di 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 20 Andamento della concentrazione di U-234 nei sedimenti prelevati nel punto BF02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.

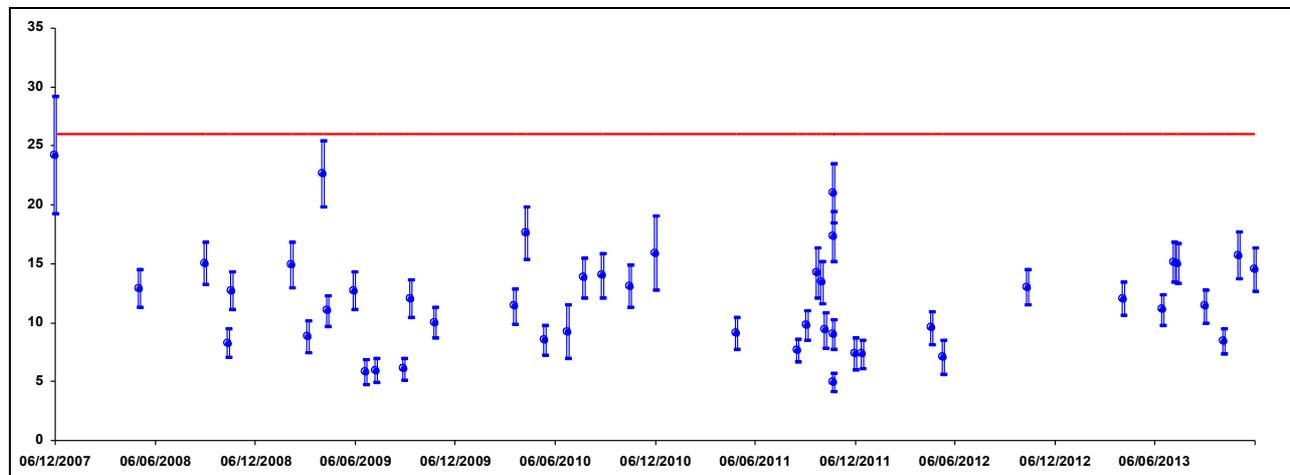
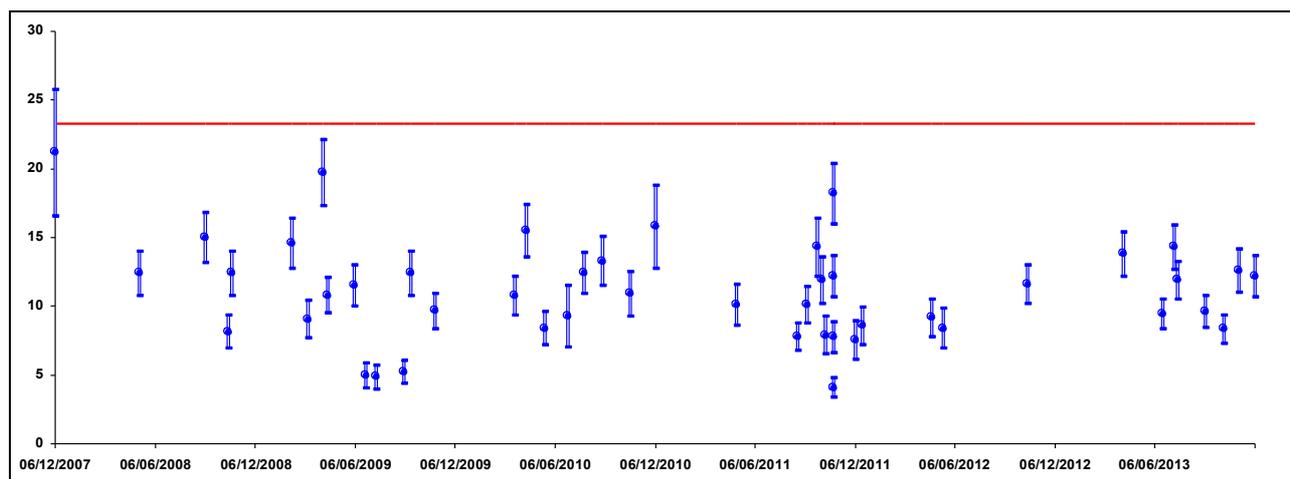


Figura 21 Andamento della concentrazione di U-238 nei sedimenti prelevati nel punto BF02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.



## 9 ATTIVITA' DI CONTROLLO

### 9.1. Controllo degli scarichi di effluenti radioattivi

L'impianto rilascia nell'ambiente effluenti radioattivi liquidi ed aeriformi nel rispetto di precise formule di scarico 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 prelevati prima di ogni scarico, riportando il confronto con gli anni precedenti. L'arricchimento medio degli scarichi è pari a circa il 2%.

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

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Impegno formula di scarico</b>	1,1% *	1,45% *	1,44% *	0,60% *	7% **	7,19% **	10,45% **	1,53%**	20,64%**

\* Impegno calcolato secondo la formula di scarico valida per l'esercizio dell'impianto

\*\* Impegno calcolato secondo la formula di scarico valida per la disattivazione dell'impianto che garantisce il rispetto del limite di non rilevanza radiologica (10 microSv/anno)

Dopo ogni scarico sono stati prelevati campioni di sedimenti del Rio Lovassina in prossimità del punto di immissione della condotta di scarico (BF02).

Come si evidenzia dai grafici di Figura 20 e Figura 21 nel corso del 2013 non si sono riscontrati fenomeni di accumulo.

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 rilasciabili 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, effettua controlli indipendenti su ogni lotto di materiali.

Nel corso del 2013 sono stati effettuati i controlli sui primi due lotti che saranno a breve allontanati. Tali controlli hanno confermato che i livelli di concentrazione di attività di U-totale sono al di sotto dei livelli di allontanamento definiti nelle Prescrizioni per la Disattivazione allegate al DM 27/11/2008 di autorizzazione alla disattivazione dell'impianto.

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

## 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 2013.

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 rilevata 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 rilevata la presenza di radionuclidi che forniscono, però, un contributo alla dose non nullo.

### 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)

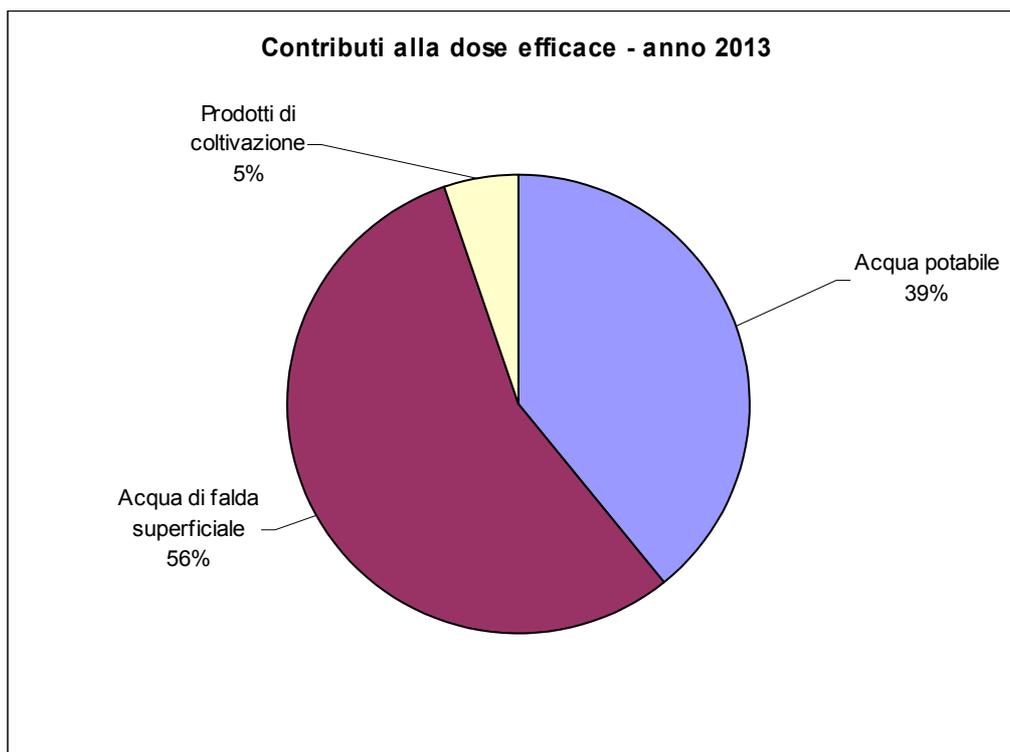
Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo adottate.

Tabella 4 Stima della dose efficace alla popolazione – anno 2013.

Via critica	Matrice	Dose microSv/anno
Ingestione	Acqua potabile	1,82
	Acqua di falda superficiale	2,59
	Prodotti di coltivazione	0,24
Inalazione	-	-
Irraggiamento	-	-
<b>Totale</b>		<b>4,65</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>10</b>

In Figura 22 sono rappresentati i contributi percentuali alla *dose efficace*.

Figura 22 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.

**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)

## 11 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2013 nell'ambito del programma ordinario hanno confermato l'assenza di contaminazioni ambientali imputabili alle attività svolte dall'impianto. 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.

**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)

## ALLEGATO 1 – Risultati delle misure

Tabella 5 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile (Bq/l).

Punto	Campione	Prelievo	Alfa totale	Beta totale	Attinidi totali	U-234	U-235	U-238
BQ01	13/019723	16/04/2013	0,140 ± 0,072	0,215 ± 0,116	< 0,0231	-	-	-
BQ01	13/053451	14/10/2013	< 0,151	< 0,206	0,0289 ± 0,0162	0,0135 ± 0,0017	0,000419 ± 0,000219	0,00645 ± 0,00093
BQ02	13/017647	03/04/2013	< 0,125	< 0,205	0,0195 ± 0,0143	-	-	-
BQ02	13/053453	14/10/2013	0,108 ± 0,079	< 0,149	0,0039 ± 0,0188	0,0150 ± 0,0018	0,000527 ± 0,000198	0,0077 ± 0,00106
BQ03	13/017648	03/04/2013	0,0912 ± 0,0657	< 0,159	0,0248 ± 0,0154	-	-	-
BQ03	13/053455	14/10/2013	< 0,124	0,378 ± 0,093	< 0,0263	0,0057 ± 0,0011	< 0,0263	0,0027 ± 0,00072
BQ04	13/017649	03/04/2013	0,152 ± 0,082	0,383 ± 0,156	0,0368 ± 0,0182	-	-	-
BQ04	13/053456	14/10/2013	< 0,0658	< 0,149	0,0385 ± 0,0185	0,0085 ± 0,0012	0,000716 ± 0,00025	0,0052 ± 0,00081

Tabella 6 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale (Bq/l).

Punto	Campione	Prelievo	Alfa totale	Beta totale	Attinidi totali	U-234	U-235	U-238
BP01	13/022256	07/05/2013	0,134 ± 0,067	0,139 ± 0,097	0,0247 ± 0,0154	-	-	-
BP01	13/059795	26/11/2013	< 0,136	< 0,152	< 0,0208	0,0197 ± 0,0023	0,000774 ± 0,00023	0,0109 ± 0,0014
BP02	13/022257	07/05/2013	0,0841 ± 0,0607	0,197 ± 0,123	0,0264 ± 0,0158	-	-	-
BP02	13/059796	26/11/2013	< 0,136	< 0,140	< 0,0208	0,0177 ± 0,0021	0,000722 ± 0,000238	0,0094 ± 0,00122
BP03	13/023833	14/05/2013	0,101 ± 0,06	< 0,203	0,0358 ± 0,0179	-	-	-
BP03	13/059798	26/11/2013	< 0,132	< 0,163	< 0,028	0,0166 ± 0,002	0,000622 ± 0,000219	0,0108 ± 0,0014
BP04	13/022259	07/05/2013	0,112 ± 0,067	< 0,176	0,0375 ± 0,0183	-	-	-
BP04	13/059799	26/11/2013	< 0,148	< 0,234	< 0,0208	0,0157 ± 0,0019	0,000561 ± 0,000221	0,00917 ± 0,00121
BP05	13/022252	07/05/2013	0,122 ± 0,062	0,167 ± 0,111	< 0,0231	-	-	-
BP05	13/059025	19/11/2013	0,128 ± 0,076	0,151 ± 0,105	0,0315 ± 0,0169	0,0153 ± 0,0019	0,000603 ± 0,000249	0,00742 ± 0,00104
BP06	13/022253	07/05/2013	< 0,119	< 0,173	0,0341 ± 0,0175	-	-	-
BP06	13/059026	19/11/2013	< 0,128	< 0,160	0,0344 ± 0,0176	0,00592 ± 0,00086	< 0,000225	0,00374 ± 0,00062

Tabella 7 Risultati delle misure sui campioni di cereali (Bq/kg).

Punto	Campione	Prelievo	U-234	U-235	U-238
BC01	13/033975	01/07/2013	< 0,00754	< 0,00382	< 0,00415
BC02	13/046676	29/08/2013	0,0310 ± 0,0054	0,00235 ± 0,00139	0,0219 ± 0,0042
BC03	13/033990	01/07/2013	< 0,00308	< 0,00261	< 0,00281
BC04	13/046679	29/08/2013	0,0380 ± 0,0053	0,00212 ± 0,00101	0,0414 ± 0,0057

Tabella 8 Risultati delle misure sui campioni di suolo indisturbato – strato superficiale 0-5 cm (Bq/kg).  
 L'arricchimento dell'Uranio naturale è pari a 0.72%.

Punto	Campione	Prelievo	U-234	U-235	U-238	Arricchimento
BS01	13/017650	03/04/2013	14,8 ± 1,7	0,998 ± 0,197	13,9 ± 1,6	1,10% ± 0,25%
BS02	13/017651	03/04/2013	21,2 ± 2,4	1,51 ± 0,29	20,4 ± 2,4	1,14% ± 0,26%
BS03	13/017653	03/04/2013	14,6 ± 1,7	0,764 ± 0,162	15,0 ± 1,7	0,79% ± 0,19%
BS04	13/017654	03/04/2013	18,1 ± 2,1	1,19 ± 0,23	17,4 ± 2,0	1,05% ± 0,24%

### 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 9 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato (Bq/kg).  
L'arricchimento dell'Uranio naturale è pari a 0,72%.

Punto	Campione	Prelievo	U-234	U-235	U-238	Arricchimento
BC01	13/033963	01/07/2013	22,1 ± 2,5	1,30 ± 0,25	22,8 ± 2,6	0,88% ± 1,01%
BC02	13/046675	29/08/2013	19,7 ± 2,3	1,19 ± 0,24	20,5 ± 2,4	0,89% ± 0,21%
BC03	13/033983	01/07/2013	23,6 ± 2,7	1,41 ± 0,25	24,8 ± 2,8	0,88% ± 0,18%
BC04	13/046677	29/08/2013	24,6 ± 2,9	1,35 ± 0,27	25,5 ± 3,0	0,82% ± 0,19%

Tabella 10 Risultati delle misure sui campioni di acqua superficiale (Bq/l).

Punto	Campione	Prelievo	Alfa totale	Beta totale	Attinidi totali
BF01	13/018468	09/04/2013	0,0741 ± 0,0551	0,300 ± 0,146	< 0,0231
BF01	13/053050	09/10/2013	< 0,186	0,392 ± 0,096	< 0,0230
BF02	13/018469	09/04/2013	< 0,115	0,260 ± 0,131	< 0,0231
BF02	13/053045	09/10/2013	< 0,166	0,442 ± 0,096	< 0,0230
BF03	13/018470	09/04/2013	< 0,146	0,203 ± 0,116	< 0,0231
BF03	13/053052	09/10/2013	< 0,162	0,503 ± 0,11	< 0,0230

Tabella 11 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti (Bq/kg).  
L'arricchimento dell'Uranio naturale è pari a 0,72%.

Punto	Campione	Prelievo	U-234	U-235	U-238	Arricchimento
BF01	13/053051	09/10/2013	10,4 ± 1,3	0,704 ± 0,165	8,87 ± 1,08	1,22% ± 0,32%
BF02	13/018467	09/04/2013	12,0 ± 1,4	0,826 ± 0,186	13,8 ± 1,6	0,92% ± 0,23%
BF02	13/031678	20/06/2013	11,1 ± 1,3	0,942 ± 0,189	9,45 ± 1,11	1,53% ± 0,35%
BF02	13/036539	11/07/2013	15,1 ± 1,7	0,869 ± 0,178	14,3 ± 1,6	0,94% ± 0,22%
BF02	13/039438	18/07/2013	15,0 ± 1,7	1,08 ± 0,24	11,9 ± 1,4	1,39% ± 0,35%
BF02	13/047734	06/09/2013	11,4 ± 1,4	0,655 ± 0,133	9,6 ± 1,16	1,05% ± 0,25%
BF02	13/053042	09/10/2013	8,41 ± 1,04	0,377 ± 0,119	8,33 ± 1,03	0,70% ± 0,24%
BF02	13/057354	07/11/2013	15,7 ± 2,0	0,738 ± 0,223	12,6 ± 1,6	0,90% ± 0,30%
BF02	13/061139	05/12/2013	14,5 ± 1,8	0,482 ± 0,092	12,2 ± 1,5	0,61% ± 0,14%
BF03	13/018471	09/04/2013	14,5 ± 1,7	0,991 ± 0,244	13,9 ± 1,7	1,10% ± 0,30%
BF03	13/053053	09/10/2013	15,4 ± 1,9	0,896 ± 0,213	15,0 ± 1,8	0,92% ± 0,24%

**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 12 Risultati delle misure sui filtri giornalieri di particolato atmosferico (Bq/m3).

Punto	Campione	Inizio prelievo	Fine prelievo	Alfa totale	Beta totale
BA01	13/000029	01/01/2013	02/01/2013	0,0000878 ± 0,0000486	0,00234 ± 0,00054
BA01	13/001431	02/01/2013	03/01/2013	0,000153 ± 0,000060	0,00281 ± 0,00065
BA01	13/001432	03/01/2013	04/01/2013	0,0000723 ± 0,0000448	0,00199 ± 0,00047
BA01	13/001433	04/01/2013	05/01/2013	< 0,0000877	0,000980 ± 0,000270
BA01	13/001435	05/01/2013	06/01/2013	< 0,0000840	0,00101 ± 0,00027
BA01	13/001436	06/01/2013	07/01/2013	< 0,0000768	0,00133 ± 0,00033
BA01	13/001437	07/01/2013	08/01/2013	0,000109 ± 0,000055	0,00223 ± 0,00054
BA01	13/001438	08/01/2013	09/01/2013	< 0,0000916	0,00216 ± 0,00051
BA01	13/001439	09/01/2013	10/01/2013	< 0,0000900	0,00189 ± 0,00045
BA01	13/003173	10/01/2013	11/01/2013	< 0,0000841	0,00214 ± 0,00052
BA01	13/003174	11/01/2013	12/01/2013	< 0,0000705	0,00185 ± 0,00044
BA01	13/003175	12/01/2013	13/01/2013	< 0,0000803	0,00184 ± 0,00043
BA01	13/003176	13/01/2013	14/01/2013	< 0,0000949	0,00299 ± 0,00070
BA01	13/003177	14/01/2013	15/01/2013	< 0,0000759	0,000611 ± 0,000197
BA01	13/003178	15/01/2013	16/01/2013	0,0000707 ± 0,000049	0,00201 ± 0,00048
BA01	13/003179	16/01/2013	17/01/2013	0,0000791 ± 0,0000468	0,00113 ± 0,0003
BA01	13/004316	17/01/2013	18/01/2013	0,000065 ± 0,0000446	0,00139 ± 0,00034
BA01	13/004334	18/01/2013	19/01/2013	0,0000736 ± 0,0000425	0,00144 ± 0,00035
BA01	13/004336	19/01/2013	20/01/2013	< 0,0000801	0,00218 ± 0,0005
BA01	13/004338	20/01/2013	21/01/2013	< 0,0000766	0,00203 ± 0,00049
BA01	13/004341	21/01/2013	22/01/2013	< 0,0000794	0,00104 ± 0,00028
BA01	13/004343	22/01/2013	23/01/2013	< 0,0000840	0,00124 ± 0,00032
BA01	13/005039	23/01/2013	24/01/2013	< 0,0000785	0,000623 ± 0,000199
BA01	13/005040	24/01/2013	25/01/2013	< 0,0000745	0,000699 ± 0,000225
BA01	13/005041	25/01/2013	26/01/2013	< 0,0000879	0,00140 ± 0,00035
BA01	13/005042	26/01/2013	27/01/2013	< 0,0000951	0,00153 ± 0,00038
BA01	13/005043	27/01/2013	28/01/2013	< 0,0000824	0,00193 ± 0,00046
BA01	13/005044	28/01/2013	29/01/2013	< 0,0000764	0,00187 ± 0,00046
BA01	13/007286	29/01/2013	30/01/2013	0,0000934 ± 0,0000583	0,00218 ± 0,00069
BA01	13/007288	30/01/2013	31/01/2013	< 0,0000844	0,00177 ± 0,00056
BA01	13/007291	31/01/2013	01/02/2013	< 0,0000841	0,000502 ± 0,000229
BA01	13/007292	01/02/2013	02/02/2013	< 0,0000904	0,00125 ± 0,00047
BA01	13/007294	02/02/2013	03/02/2013	0,0000723 ± 0,0000546	0,000773 ± 0,00031
BA01	13/007296	03/02/2013	04/02/2013	< 0,0000888	0,000226 ± 0,000168
BA01	13/007297	04/02/2013	05/02/2013	< 0,0000852	0,000533 ± 0,000241
BA01	13/008476	05/02/2013	06/02/2013	0,0000796 ± 0,0000527	0,00126 ± 0,00047
BA01	13/008477	06/02/2013	07/02/2013	< 0,0000867	0,000477 ± 0,000223
BA01	13/008478	07/02/2013	08/02/2013	< 0,0000881	0,000283 ± 0,000178
BA01	13/008479	08/02/2013	09/02/2013	< 0,000102	0,000361 ± 0,000218
BA01	13/008480	09/02/2013	10/02/2013	< 0,0000766	0,00043 ± 0,000189
BA01	13/008481	10/02/2013	11/02/2013	< 0,0000814	0,0011 ± 0,00037
BA01	13/008482	12/02/2013	12/02/2013	0,0000800 ± 0,0000490	0,00124 ± 0,00041
BA01	13/008483	12/02/2013	13/02/2013	< 0,0000807	0,00118 ± 0,00039
BA01	13/009300	13/02/2013	14/02/2013	< 0,0000799	0,00151 ± 0,00049

**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 prelievo	Fine prelievo	Alfa totale	Beta totale
BA01	13/009301	14/02/2013	15/02/2013	< 0,0000827	0,00205 ± 0,00063
BA01	13/009302	15/02/2013	16/02/2013	0,0000953 ± 0,0000525	0,00196 ± 0,00061
BA01	13/009303	16/02/2013	17/02/2013	0,000137 ± 0,000065	0,00301 ± 0,00092
BA01	13/009304	17/02/2013	18/02/2013	0,0000902 ± 0,0000519	0,00313 ± 0,00098
BA01	13/009305	18/02/2013	19/02/2013	0,0000666 ± 0,0000426	0,00146 ± 0,000406
BA01	13/009306	19/02/2013	20/02/2013	0,0000861 ± 0,0000525	0,00209 ± 0,00066
BA01	13/011117	20/02/2013	21/02/2013	< 0,0000957	0,00214 ± 0,00066
BA01	13/011118	21/02/2013	22/02/2013	< 0,0000671	0,000676 ± 0,000248
BA01	13/011119	22/02/2013	23/02/2013	0,000057 ± 0,0000422	0,00104 ± 0,00034
BA01	13/011120	23/02/2013	24/02/2013	0,0000762 ± 0,0000486	0,00132 ± 0,00043
BA01	13/011121	24/02/2013	25/02/2013	0,000105 ± 0,000054	0,00160 ± 0,00051
BA01	13/011123	25/02/2013	26/02/2013	< 0,0000723	0,000229 ± 0,000153
BA01	13/011126	26/02/2013	27/02/2013	0,0000686 ± 0,000051	0,00127 ± 0,00048
BA01	13/011923	27/02/2013	28/02/2013	< 0,0000995	0,00130 ± 0,00049
BA01	13/011924	28/02/2013	01/03/2013	0,0000773 ± 0,0000495	0,00171 ± 0,00062
BA01	13/011926	01/03/2013	02/03/2013	< 0,0000788	0,00168 ± 0,00062
BA01	13/011927	02/03/2013	03/03/2013	< 0,0000713	0,00161 ± 0,00018
BA01	13/011930	03/03/2013	04/03/2013	0,000101 ± 0,000041	0,00231 ± 0,00022
BA01	13/011931	04/03/2013	05/03/2013	0,000137 ± 0,000073	0,00318 ± 0,00113
BA01	13/013215	05/03/2013	06/03/2013	0,0000671 ± 0,0000499	0,00259 ± 0,00094
BA01	13/013224	06/03/2013	07/03/2013	0,0000657 ± 0,000045	0,000522 ± 0,000157
BA01	13/013231	07/03/2013	07/03/2013	< 0,000400	< 0,00130
BA01	13/013234	08/03/2013	09/03/2013	< 0,0000835	0,000867 ± 0,000154
BA01	13/013240	09/03/2013	10/03/2013	0,0000745 ± 0,000038	0,000804 ± 0,000154
BA01	13/013242	10/03/2013	11/03/2013	< 0,0000865	0,00109 ± 0,00016
BA01	13/013249	11/03/2013	12/03/2013	< 0,0000778	0,00114 ± 0,00017
BA01	13/015143	12/03/2013	13/03/2013	< 0,0000718	0,000536 ± 0,000155
BA01	13/015146	13/03/2013	14/03/2013	0,0000612 ± 0,0000411	0,000795 ± 0,000158
BA01	13/015147	14/03/2013	15/03/2013	< 0,0000929	0,000722 ± 0,000156
BA01	13/015151	15/03/2013	16/03/2013	0,0000694 ± 0,0000413	0,00109 ± 0,00018
BA01	13/015154	16/03/2013	17/03/2013	0,0000801 ± 0,0000347	0,00114 ± 0,00017
BA01	13/015158	17/03/2013	18/03/2013	< 0,0000694	0,00133 ± 0,00020
BA01	13/015161	18/03/2013	19/03/2013	0,0000716 ± 0,0000391	0,000684 ± 0,000151
BA01	13/015164	19/03/2013	20/03/2013	0,0000796 ± 0,0000395	< 0,000290
BA01	13/015769	20/03/2013	21/03/2013	< 0,0000790	0,000954 ± 0,000182
BA01	13/015770	21/03/2013	22/03/2013	< 0,0000807	0,000350 ± 0,000170
BA01	13/015771	22/03/2013	23/03/2013	< 0,0000803	0,000766 ± 0,000158
BA01	13/015772	23/03/2013	24/03/2013	< 0,0000873	0,000669 ± 0,000158
BA01	13/015773	24/03/2013	25/03/2013	< 0,0000888	0,000444 ± 0,000158
BA01	13/015774	25/03/2013	26/03/2013	0,0000776 ± 0,0000402	0,000733 ± 0,000176
BA01	13/017633	26/03/2013	27/03/2013	< 0,0000883	0,000548 ± 0,000169
BA01	13/017634	27/03/2013	28/03/2013	< 0,000101	0,00111 ± 0,00018
BA01	13/017635	28/03/2013	29/03/2013	0,000077 ± 0,0000417	0,000958 ± 0,000166
BA01	13/017636	29/03/2013	30/03/2013	0,0000915 ± 0,0000425	0,00102 ± 0,00017
BA01	13/017639	30/03/2013	31/03/2013	0,0000758 ± 0,0000434	0,000608 ± 0,000156
BA01	13/017643	01/04/2013	02/04/2013	< 0,0000825	0,000815 ± 0,00016

**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 prelievo	Fine prelievo	Alfa totale	Beta totale
BA01	13/017646	02/04/2013	03/04/2013	0,000160 ± 0,000056	0,00499 ± 0,00053
BA01	13/018412	03/04/2013	04/04/2013	0,0000707 ± 0,000043	0,000537 ± 0,000159
BA01	13/018417	04/04/2013	05/04/2013	< 0,0000952	0,000221 ± 0,000149
BA01	13/018420	05/04/2013	06/04/2013	< 0,0000764	< 0,000270
BA01	13/018425	06/04/2013	07/04/2013	0,000121 ± 0,000041	0,000210 ± 0,000150
BA01	13/018426	07/04/2013	08/04/2013	0,0000794 ± 0,0000417	0,000756 ± 0,000158
BA01	13/018427	08/04/2013	09/04/2013	0,0000544 ± 0,0000401	0,000554 ± 0,000150
BA01	13/019677	09/04/2013	10/04/2013	< 0,0000653	0,000668 ± 0,000151
BA01	13/019679	10/04/2013	11/04/2013	< 0,0000918	0,00420 ± 0,00040
BA01	13/019687	11/04/2013	12/04/2013	0,0000640 ± 0,0000416	0,000507 ± 0,000156
BA01	13/019691	12/04/2013	13/04/2013	< 0,0000716	0,000202 ± 0,000142
BA01	13/019693	13/04/2013	14/04/2013	< 0,0000737	0,000466 ± 0,000148
BA01	13/019695	14/04/2013	15/04/2013	0,0000525 ± 0,0000377	0,000719 ± 0,000152
BA01	13/019712	15/04/2013	16/04/2013	< 0,0000735	0,000574 ± 0,00016
BA01	13/020485	16/04/2013	17/04/2013	< 0,0000666	0,00118 ± 0,00018
BA01	13/020486	17/04/2013	18/04/2013	0,0000864 ± 0,0000435	0,00139 ± 0,00018
BA01	13/020488	18/04/2013	19/04/2013	0,0000923 ± 0,0000433	0,00205 ± 0,00021
BA01	13/020490	19/04/2013	20/04/2013	< 0,0000829	0,000825 ± 0,00016
BA01	13/020491	20/04/2013	21/04/2013	< 0,0000659	< 0,000429
BA01	13/020493	21/04/2013	22/04/2013	0,0000585 ± 0,0000413	0,00246 ± 0,00023
BA01	13/020494	22/04/2013	23/04/2013	< 0,000103	0,00236 ± 0,00023
BA01	13/021446	23/04/2013	24/04/2013	< 0,0000732	0,00233 ± 0,00022
BA01	13/021447	24/04/2013	25/04/2013	< 0,0000823	0,00245 ± 0,00022
BA01	13/021448	25/04/2013	26/04/2013	0,0000839 ± 0,0000413	0,00309 ± 0,00026
BA01	13/021449	26/04/2013	27/04/2013	0,0000925 ± 0,0000425	0,00328 ± 0,00028
BA01	13/021450	27/04/2013	28/04/2013	< 0,0000871	0,00223 ± 0,00022
BA01	13/021451	28/04/2013	29/04/2013	< 0,0000693	0,00227 ± 0,00022
BA01	13/021452	29/04/2013	30/04/2013	< 0,0000666	0,00225 ± 0,00022
BA01	13/022230	30/04/2013	01/05/2013	0,000353 ± 0,000068	0,00333 ± 0,00028
BA01	13/022232	30/04/2013	02/05/2013	0,000155 ± 0,000048	0,0022 ± 0,00022
BA01	13/022234	02/05/2013	03/05/2013	0,000135 ± 0,000045	0,00166 ± 0,00020
BA01	13/022236	03/05/2013	04/05/2013	0,0000684 ± 0,0000443	0,00108 ± 0,00018
BA01	13/022238	04/05/2013	05/05/2013	< 0,0000757	0,00120 ± 0,00017
BA01	13/022239	05/05/2013	06/05/2013	< 0,0000855	0,000648 ± 0,000156
BA01	13/022241	06/05/2013	07/05/2013	< 0,0000741	0,000486 ± 0,000161
BA01	13/023819	07/05/2013	08/05/2013	< 0,0000671	0,000918 ± 0,000161
BA01	13/023820	08/05/2013	09/05/2013	0,000107 ± 0,000042	0,000893 ± 0,000169
BA01	13/023821	09/05/2013	10/05/2013	0,0000699 ± 0,0000433	0,00110 ± 0,00018
BA01	13/023823	10/05/2013	11/05/2013	0,0000713 ± 0,0000452	0,00127 ± 0,00017
BA01	13/023824	11/05/2013	12/05/2013	< 0,0000733	0,000490 ± 0,000154
BA01	13/023825	12/05/2013	13/05/2013	< 0,0000642	0,000600 ± 0,000150
BA01	13/023826	13/05/2013	14/05/2013	0,0000728 ± 0,0000429	0,000785 ± 0,000168
BA01	13/024728	14/05/2013	15/05/2013	0,0000611 ± 0,0000419	0,000691 ± 0,000161
BA01	13/024729	15/05/2013	16/05/2013	0,0000651 ± 0,0000393	0,000653 ± 0,000167
BA01	13/024731	16/05/2013	17/05/2013	< 0,0000751	0,000308 ± 0,000158
BA01	13/024732	17/05/2013	18/05/2013	< 0,0000705	0,000555 ± 0,000159

**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 prelievo	Fine prelievo	Alfa totale	Beta totale
BA01	13/024734	18/05/2013	19/05/2013	< 0,0000845	0,000539 ± 0,000162
BA01	13/024736	19/05/2013	20/05/2013	0,0000619 ± 0,000043	0,000225 ± 0,000158
BA01	13/024737	20/05/2013	21/05/2013	< 0,000083	0,000423 ± 0,000158
BA01	13/026256	21/05/2013	22/05/2013	< 0,0000798	0,000440 ± 0,000154
BA01	13/026257	22/05/2013	23/05/2013	< 0,0000861	0,000605 ± 0,000168
BA01	13/026258	23/05/2013	24/05/2013	0,0000615 ± 0,0000441	0,000576 ± 0,000164
BA01	13/026259	24/05/2013	25/05/2013	< 0,0000829	0,000496 ± 0,000149
BA01	13/026260	25/05/2013	26/05/2013	0,0000627 ± 0,0000391	0,000358 ± 0,000153
BA01	13/026261	26/05/2013	27/05/2013	< 0,0000809	0,000316 ± 0,000151
BA01	13/026262	27/05/2013	28/05/2013	0,0000745 ± 0,0000438	0,000786 ± 0,000165
BA01	13/026263	28/05/2013	29/05/2013	0,0000645 ± 0,0000425	0,000773 ± 0,000164
BA01	13/028921	29/05/2013	30/05/2013	0,0000539 ± 0,0000381	0,000477 ± 0,000163
BA01	13/028922	30/05/2013	31/05/2013	< 0,0000820	0,00041 ± 0,000173
BA01	13/028923	31/05/2013	01/06/2013	< 0,0000815	0,000445 ± 0,000164
BA01	13/028924	01/06/2013	02/06/2013	0,0000848 ± 0,0000403	0,000686 ± 0,000157
BA01	13/028925	02/06/2013	03/06/2013	0,0000619 ± 0,000041	0,000976 ± 0,000162
BA01	13/028926	03/06/2013	04/06/2013	< 0,0000835	0,000899 ± 0,000168
BA01	13/030766	04/06/2013	05/06/2013	0,0000529 ± 0,000038	0,00103 ± 0,00017
BA01	13/030768	05/06/2013	06/06/2013	0,0000605 ± 0,000042	0,000998 ± 0,000193
BA01	13/030769	06/06/2013	07/06/2013	0,000126 ± 0,000043	0,00119 ± 0,00018
BA01	13/030770	07/06/2013	08/06/2013	0,0000596 ± 0,0000416	0,00154 ± 0,00019
BA01	13/030771	08/06/2013	09/06/2013	0,0000737 ± 0,0000443	0,00182 ± 0,00020
BA01	13/030773	09/06/2013	10/06/2013	0,0000623 ± 0,000041	0,00118 ± 0,00018
BA01	13/030775	10/06/2013	11/06/2013	< 0,0000830	0,000628 ± 0,00019
BA01	13/031182	11/06/2013	12/06/2013	0,0000712 ± 0,0000403	0,00228 ± 0,00022
BA01	13/031184	12/06/2013	13/06/2013	< 0,0000941	0,00367 ± 0,00031
BA01	13/031185	13/06/2013	14/06/2013	0,0000902 ± 0,000042	0,00337 ± 0,00028
BA01	13/031186	14/06/2013	15/06/2013	0,0000766 ± 0,0000444	0,00358 ± 0,00033
BA01	13/031187	16/06/2013	17/06/2013	0,000146 ± 0,000048	0,00177 ± 0,00020
BA01	13/031188	17/06/2013	18/06/2013	0,000094 ± 0,0000558	0,00245 ± 0,00024
BA01	13/032168	18/06/2013	19/06/2013	0,000139 ± 0,0000516	0,00249 ± 0,00023
BA01	13/032169	19/06/2013	20/06/2013	0,000174 ± 0,000052	0,00240 ± 0,00023
BA01	13/032171	20/06/2013	21/06/2013	0,000152 ± 0,000048	0,00182 ± 0,00020
BA01	13/032175	21/06/2013	22/06/2013	0,0000570 ± 0,0000389	0,000520 ± 0,000161
BA01	13/032177	22/06/2013	23/06/2013	< 0,0000855	0,000564 ± 0,000158
BA01	13/034722	25/06/2013	26/06/2013	< 0,0000733	0,000226 ± 0,000161
BA01	13/034734	27/06/2013	28/06/2013	< 0,0000669	0,000339 ± 0,000164
BA01	13/034736	28/06/2013	29/06/2013	0,0000761 ± 0,0000397	0,000721 ± 0,000157
BA01	13/034737	29/06/2013	30/06/2013	< 0,0000896	0,000829 ± 0,000172
BA01	13/034739	30/06/2013	01/07/2013	0,0000631 ± 0,0000413	0,000724 ± 0,000164
BA01	13/034743	01/07/2013	02/07/2013	< 0,0000898	0,00104 ± 0,00020
BA01	13/039923	02/07/2013	03/07/2013	0,000102 ± 0,000041	0,00101 ± 0,00015
BA01	13/039924	03/07/2013	04/07/2013	0,000121 ± 0,000044	0,00127 ± 0,00015
BA01	13/039925	04/07/2013	05/07/2013	0,000129 ± 0,000044	0,00151 ± 0,00016
BA01	13/039926	05/07/2013	06/07/2013	0,000136 ± 0,000041	0,00183 ± 0,00018
BA01	13/039927	06/07/2013	07/07/2013	0,000171 ± 0,000041	0,00166 ± 0,00017

**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 prelievo	Fine prelievo	Alfa totale	Beta totale
BA01	13/039928	07/07/2013	08/07/2013	0,000110 ± 0,000039	0,00126 ± 0,00016
BA01	13/039929	08/07/2013	09/07/2013	0,000105 ± 0,000039	0,00144 ± 0,00016
BA01	13/039930	09/07/2013	10/07/2013	0,000117 ± 0,000039	0,00164 ± 0,00017
BA01	13/040478	10/07/2013	11/07/2013	0,000119 ± 0,000039	0,00183 ± 0,00018
BA01	13/040479	11/07/2013	12/07/2013	0,000109 ± 0,000042	0,00182 ± 0,00020
BA01	13/040480	12/07/2013	13/07/2013	0,000142 ± 0,000044	0,00226 ± 0,00021
BA01	13/040481	13/07/2013	14/07/2013	0,000158 ± 0,000048	0,00215 ± 0,00019
BA01	13/040482	14/07/2013	15/07/2013	0,000128 ± 0,000044	0,00179 ± 0,00018
BA01	13/040484	15/07/2013	16/07/2013	0,000144 ± 0,000042	0,00225 ± 0,00020
BA01	13/040486	16/07/2013	17/07/2013	0,000191 ± 0,000043	0,00206 ± 0,00019
BA01	13/040488	17/07/2013	18/07/2013	0,000186 ± 0,000055	0,00221 ± 0,00023
BA01	13/041174	18/07/2013	19/07/2013	0,000108 ± 0,000041	0,00117 ± 0,00015
BA01	13/041175	19/07/2013	20/07/2013	0,000150 ± 0,000049	0,00187 ± 0,00018
BA01	13/041176	20/07/2013	21/07/2013	0,000149 ± 0,000048	0,00216 ± 0,00020
BA01	13/041177	21/07/2013	22/07/2013	0,000180 ± 0,000045	0,00233 ± 0,00020
BA01	13/041178	22/07/2013	23/07/2013	0,000220 ± 0,000046	0,00255 ± 0,00022
BA01	13/041180	23/07/2013	24/07/2013	0,000172 ± 0,000047	0,00277 ± 0,00024
BA01	13/044601	24/07/2013	25/07/2013	0,000178 ± 0,000048	0,00227 ± 0,00021
BA01	13/044602	25/07/2013	26/07/2013	0,000145 ± 0,000041	0,00232 ± 0,00020
BA01	13/044603	26/07/2013	27/07/2013	0,000188 ± 0,000046	0,00219 ± 0,00020
BA01	13/044604	28/07/2013	29/07/2013	0,000136 ± 0,000045	0,00244 ± 0,00024
BA01	13/044605	29/07/2013	30/07/2013	0,0000658 ± 0,0000384	0,000601 ± 0,000138
BA01	13/044606	30/07/2013	31/07/2013	< 0,0000730	0,000465 ± 0,000136
BA01	13/044608	31/07/2013	01/08/2013	0,0000604 ± 0,0000452	0,00141 ± 0,00018
BA01	13/044609	01/08/2013	02/08/2013	0,0000925 ± 0,000050	0,00211 ± 0,00021
BA01	13/044610	02/08/2013	03/08/2013	0,0000977 ± 0,0000454	0,00219 ± 0,00021
BA01	13/044611	03/08/2013	04/08/2013	0,000140 ± 0,000045	0,00207 ± 0,00021
BA01	13/044612	04/08/2013	05/08/2013	0,0000572 ± 0,0000432	0,00202 ± 0,00021
BA01	13/044613	05/08/2013	06/08/2013	0,000115 ± 0,000045	0,00231 ± 0,00023
BA01	13/044614	06/08/2013	07/08/2013	0,000139 ± 0,000052	0,00265 ± 0,00025
BA01	13/044848	07/08/2013	08/08/2013	0,000130 ± 0,000049	0,00263 ± 0,00024
BA01	13/044849	08/08/2013	09/08/2013	0,000105 ± 0,000044	0,00180 ± 0,00019
BA01	13/044850	09/08/2013	10/08/2013	< 0,0000691	0,00151 ± 0,00018
BA01	13/044858	10/08/2013	11/08/2013	0,0000656 ± 0,0000434	0,00126 ± 0,00019
BA01	13/044859	11/08/2013	12/08/2013	0,000121 ± 0,000049	0,00204 ± 0,00020
BA01	13/044860	12/08/2013	13/08/2013	0,0000814 ± 0,0000437	0,00190 ± 0,00020
BA01	13/045533	13/08/2013	14/08/2013	< 0,0000875	0,00178 ± 0,00021
BA01	13/045534	14/08/2013	15/08/2013	0,0000807 ± 0,0000442	0,00136 ± 0,00017
BA01	13/045535	15/08/2013	16/08/2013	0,0000659 ± 0,0000424	0,00162 ± 0,00019
BA01	13/045536	16/08/2013	17/08/2013	0,000115 ± 0,000044	0,00181 ± 0,00020
BA01	13/045537	17/08/2013	18/08/2013	0,0000718 ± 0,0000433	0,00270 ± 0,00024
BA01	13/045538	18/08/2013	19/08/2013	0,000106 ± 0,000044	0,00283 ± 0,00024
BA01	13/045540	19/08/2013	20/08/2013	0,000127 ± 0,000048	0,00231 ± 0,00023
BA01	13/046438	20/08/2013	21/08/2013	0,0000897 ± 0,0000393	0,00111 ± 0,00017
BA01	13/046439	21/08/2013	22/08/2013	0,000069 ± 0,0000437	0,00142 ± 0,00018
BA01	13/046440	22/08/2013	23/08/2013	0,0000774 ± 0,000043	0,00173 ± 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)

Punto	Campione	Inizio prelievo	Fine prelievo	Alfa totale	Beta totale
BA01	13/046441	23/08/2013	24/08/2013	0,0000937 ± 0,0000452	0,00200 ± 0,00021
BA01	13/046442	24/08/2013	25/08/2013	< 0,0000782	0,00151 ± 0,00020
BA01	13/046443	26/08/2013	27/08/2013	0,0000561 ± 0,0000375	0,00105 ± 0,00017
BA01	13/047257	27/08/2013	28/08/2013	< 0,0000787	0,00116 ± 0,00017
BA01	13/047258	28/08/2013	29/08/2013	0,0000779 ± 0,000039	0,00170 ± 0,00018
BA01	13/047259	29/08/2013	30/08/2013	< 0,0000681	0,00191 ± 0,00019
BA01	13/047260	30/08/2013	31/08/2013	0,0000623 ± 0,0000396	0,00189 ± 0,00021
BA01	13/047262	31/08/2013	01/09/2013	0,0000887 ± 0,0000497	0,00255 ± 0,00023
BA01	13/047263	01/09/2013	02/09/2013	0,0000837 ± 0,0000537	0,00272 ± 0,00025
BA01	13/047265	02/09/2013	03/09/2013	0,000131 ± 0,000049	0,00252 ± 0,00023
BA01	13/047266	03/09/2013	04/09/2013	0,000101 ± 0,000047	0,00247 ± 0,00023
BA01	13/048561	04/09/2013	05/09/2013	0,000112 ± 0,000045	0,00284 ± 0,00024
BA01	13/048563	05/09/2013	06/09/2013	0,0000946 ± 0,0000435	0,00257 ± 0,00024
BA01	13/048565	06/09/2013	07/09/2013	0,0000993 ± 0,0000425	0,00247 ± 0,00024
BA01	13/048568	07/09/2013	08/09/2013	0,000119 ± 0,000047	0,00207 ± 0,00022
BA01	13/048569	08/09/2013	09/09/2013	0,000103 ± 0,000044	0,00156 ± 0,00019
BA01	13/048570	09/09/2013	10/09/2013	0,0000745 ± 0,0000431	0,00147 ± 0,00018
BA01	13/049268	10/09/2013	11/09/2013	0,000114 ± 0,000041	0,000673 ± 0,000153
BA01	13/049269	11/09/2013	12/09/2013	0,0000772 ± 0,0000447	0,000981 ± 0,00018
BA01	13/049271	12/09/2013	13/09/2013	< 0,0000806	0,00124 ± 0,00017
BA01	13/049273	13/09/2013	14/09/2013	0,0000744 ± 0,0000384	0,00161 ± 0,00017
BA01	13/049274	14/09/2013	15/09/2013	< 0,0000770	0,00173 ± 0,00020
BA01	13/049275	15/09/2013	16/09/2013	0,0000743 ± 0,000043	0,00144 ± 0,00019
BA01	13/050787	16/09/2013	17/09/2013	< 0,0000750	0,000992 ± 0,000168
BA01	13/050788	17/09/2013	18/09/2013	0,0000520 ± 0,000038	0,00139 ± 0,00017
BA01	13/050789	18/09/2013	19/09/2013	< 0,0000764	0,00175 ± 0,00020
BA01	13/050790	19/09/2013	20/09/2013	< 0,0000868	0,00117 ± 0,00018
BA01	13/050791	20/09/2013	21/09/2013	0,0000536 ± 0,0000382	0,00214 ± 0,00022
BA01	13/050792	21/09/2013	22/09/2013	0,0000664 ± 0,0000423	0,00247 ± 0,00023
BA01	13/050793	22/09/2013	23/09/2013	0,0000979 ± 0,0000402	0,00242 ± 0,00022
BA01	13/050794	23/09/2013	24/09/2013	0,0000662 ± 0,0000452	0,00311 ± 0,00026
BA01	13/051585	24/09/2013	25/09/2013	0,000160 ± 0,000049	0,00281 ± 0,00024
BA01	13/051587	25/09/2013	26/09/2013	0,000110 ± 0,000043	0,00246 ± 0,00023
BA01	13/051588	26/09/2013	27/09/2013	< 0,0000919	0,00209 ± 0,00021
BA01	13/051592	27/09/2013	28/09/2013	0,0000883 ± 0,0000463	0,00212 ± 0,00022
BA01	13/051593	28/09/2013	29/09/2013	0,000123 ± 0,000045	0,00244 ± 0,00023
BA01	13/051595	29/09/2013	30/09/2013	< 0,000104	0,0013 ± 0,00018
BA01	13/051598	30/09/2013	01/10/2013	0,0000618 ± 0,0000461	0,00096 ± 0,000175
BA01	13/052200	01/10/2013	02/10/2013	0,000126 ± 0,000049	0,00118 ± 0,00017
BA01	13/052201	02/10/2013	03/10/2013	0,000175 ± 0,000055	0,00125 ± 0,00018
BA01	13/052203	03/10/2013	04/10/2013	0,00033 ± 0,000066	0,00166 ± 0,00019
BA01	13/052204	04/10/2013	05/10/2013	0,000229 ± 0,000048	0,00188 ± 0,00020
BA01	13/052206	05/10/2013	06/10/2013	0,000173 ± 0,000050	0,00163 ± 0,00019
BA01	13/052207	06/10/2013	07/10/2013	0,000158 ± 0,000046	0,00131 ± 0,00021
BA01	13/054886	15/10/2013	16/10/2013	0,000219 ± 0,000053	0,00211 ± 0,00021
BA01	13/054888	16/10/2013	17/10/2013	0,000173 ± 0,000046	0,00171 ± 0,00022

**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 prelievo	Fine prelievo	Alfa totale	Beta totale
BA01	13/054889	17/10/2013	18/10/2013	0,000156 ± 0,000051	0,00150 ± 0,00019
BA01	13/054890	18/10/2013	19/10/2013	0,000136 ± 0,000054	0,00229 ± 0,00021
BA01	13/054892	19/10/2013	20/10/2013	0,000283 ± 0,000068	0,00337 ± 0,00027
BA01	13/054893	20/10/2013	21/10/2013	0,000365 ± 0,000067	0,00352 ± 0,00028
BA01	13/054894	21/10/2013	22/10/2013	0,000250 ± 0,000058	0,00324 ± 0,00028
BA01	13/055828	22/10/2013	23/10/2013	0,0000763 ± 0,0000484	0,00103 ± 0,00018
BA01	13/055829	23/10/2013	24/10/2013	0,000177 ± 0,000053	0,00128 ± 0,00017
BA01	13/055830	24/10/2013	25/10/2013	0,000163 ± 0,000043	0,00144 ± 0,00018
BA01	13/055831	25/10/2013	26/10/2013	0,0000908 ± 0,0000434	0,00123 ± 0,00017
BA01	13/055833	26/10/2013	27/10/2013	0,000164 ± 0,000045	0,00101 ± 0,00019
BA01	13/055834	27/10/2013	28/10/2013	0,000236 ± 0,000056	0,00236 ± 0,00022
BA01	13/055835	28/10/2013	29/10/2013	0,000369 ± 0,000076	0,00308 ± 0,00026
BA01	13/056933	29/10/2013	30/10/2013	0,000292 ± 0,000069	0,00333 ± 0,00027
BA01	13/056934	30/10/2013	31/10/2013	0,000184 ± 0,000045	0,00144 ± 0,00018
BA01	13/056935	31/10/2013	01/11/2013	0,000156 ± 0,000040	0,00119 ± 0,00016
BA01	13/056936	01/11/2013	02/11/2013	0,000129 ± 0,000046	0,00127 ± 0,00018
BA01	13/056937	02/11/2013	03/11/2013	0,000145 ± 0,000046	0,00209 ± 0,00021
BA01	13/056938	03/11/2013	04/11/2013	0,000204 ± 0,000046	0,00204 ± 0,00021
BA01	13/056939	04/11/2013	05/11/2013	0,000181 ± 0,000046	0,00201 ± 0,00021
BA01	13/058631	05/11/2013	06/11/2013	< 0,0000755	0,00111 ± 0,00019
BA01	13/058632	06/11/2013	07/11/2013	0,000140 ± 0,000041	0,00102 ± 0,00016
BA01	13/058633	07/11/2013	08/11/2013	0,000183 ± 0,000043	0,00234 ± 0,00022
BA01	13/058634	08/11/2013	09/11/2013	0,000134 ± 0,000046	0,00245 ± 0,00023
BA01	13/058635	09/11/2013	10/11/2013	0,000113 ± 0,000044	0,00136 ± 0,00018
BA01	13/058636	10/11/2013	11/11/2013	0,0000838 ± 0,0000366	0,000800 ± 0,000155
BA01	13/058637	11/11/2013	12/11/2013	0,0000854 ± 0,0000393	0,000819 ± 0,000156
BA01	13/058638	12/11/2013	13/11/2013	0,0000789 ± 0,0000478	0,000919 ± 0,000198
BA01	13/059017	13/11/2013	14/11/2013	0,000104 ± 0,000037	0,00144 ± 0,00017
BA01	13/059018	14/11/2013	15/11/2013	0,000124 ± 0,000038	0,00135 ± 0,00017
BA01	13/059019	16/11/2013	17/11/2013	0,0000897 ± 0,0000436	0,00139 ± 0,00019
BA01	13/059020	17/11/2013	18/11/2013	0,000131 ± 0,000046	0,00167 ± 0,00019
BA01	13/059021	18/11/2013	19/11/2013	0,000161 ± 0,000042	0,0022 ± 0,00021
BA01	13/059963	19/11/2013	20/11/2013	0,0000953 ± 0,0000393	0,000725 ± 0,000158
BA01	13/059965	20/11/2013	21/11/2013	0,0000788 ± 0,0000404	0,00044 ± 0,000151
BA01	13/059967	21/11/2013	22/11/2013	0,0000756 ± 0,0000385	< 0,000274
BA01	13/059969	22/11/2013	23/11/2013	0,0000778 ± 0,0000582	0,000556 ± 0,000237
BA01	13/059971	23/11/2013	24/11/2013	0,0000615 ± 0,0000415	0,000854 ± 0,000164
BA01	13/059972	24/11/2013	25/11/2013	0,0000813 ± 0,0000436	0,000681 ± 0,00018
BA01	13/059973	25/11/2013	26/11/2013	0,000138 ± 0,000041	0,00117 ± 0,00017
BA01	13/059974	26/11/2013	27/11/2013	0,000144 ± 0,000045	0,000974 ± 0,000161
BA01	13/060662	27/11/2013	28/11/2013	0,000115 ± 0,000040	0,000921 ± 0,000156
BA01	13/060663	28/11/2013	29/11/2013	0,000146 ± 0,000042	0,00174 ± 0,00019
BA01	13/060664	29/11/2013	30/11/2013	0,000130 ± 0,000043	0,00212 ± 0,00021
BA01	13/060665	30/11/2013	01/12/2013	0,000103 ± 0,000040	0,00167 ± 0,00020
BA01	13/060666	01/12/2013	02/12/2013	0,000170 ± 0,000048	0,00248 ± 0,00022
BA01	13/060667	02/12/2013	03/12/2013	0,0000994 ± 0,0000452	0,00186 ± 0,00020

**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)

Punto	Campione	Inizio prelievo	Fine prelievo	Alfa totale	Beta totale
BA01	13/061521	03/12/2013	04/12/2013	0,0000886 ± 0,0000377	0,00114 ± 0,00016
BA01	13/061522	04/12/2013	05/12/2013	0,0000950 ± 0,0000368	0,00162 ± 0,00019
BA01	13/061523	05/12/2013	06/12/2013	0,000148 ± 0,000045	0,00191 ± 0,00020
BA01	13/061524	06/12/2013	07/12/2013	0,000110 ± 0,000040	0,000983 ± 0,000161
BA01	13/061525	07/12/2013	08/12/2013	0,000110 ± 0,000038	0,00132 ± 0,00017
BA01	13/061528	08/12/2013	09/12/2013	0,000101 ± 0,000039	0,00241 ± 0,00022
BA01	13/061531	09/12/2013	10/12/2013	0,000105 ± 0,000039	0,00204 ± 0,00020
BA01	13/062447	10/12/2013	11/12/2013	0,000119 ± 0,000038	0,00277 ± 0,00024
BA01	13/062449	11/12/2013	12/12/2013	0,000089 ± 0,000040	0,00173 ± 0,00019
BA01	13/062450	12/12/2013	13/12/2013	0,000130 ± 0,000042	0,00336 ± 0,00029
BA01	13/062451	13/12/2013	14/12/2013	0,000136 ± 0,000042	0,00236 ± 0,00022
BA01	13/062452	14/12/2013	15/12/2013	0,000123 ± 0,000040	0,00204 ± 0,00020
BA01	13/062453	15/12/2013	16/12/2013	0,000121 ± 0,000042	0,00272 ± 0,00024
BA01	13/062454	16/12/2013	17/12/2013	0,000110 ± 0,000042	0,00277 ± 0,00027
BA01	13/063016	17/12/2013	18/12/2013	0,000165 ± 0,000051	0,00236 ± 0,00021
BA01	13/063017	18/12/2013	19/12/2013	0,000196 ± 0,000048	0,00321 ± 0,00026
BA01	13/063018	19/12/2013	20/12/2013	0,000225 ± 0,000049	0,00377 ± 0,00031
BA01	13/063019	20/12/2013	21/12/2013	0,000125 ± 0,000042	0,00249 ± 0,00023
BA01	13/063020	21/12/2013	22/12/2013	0,000161 ± 0,000045	0,00242 ± 0,00022
BA01	13/063021	22/12/2013	23/12/2013	0,000170 ± 0,000045	0,00297 ± 0,00026
BA01	14/000018	23/12/2013	24/12/2013	0,0000883 ± 0,000042	0,00229 ± 0,00022
BA01	14/000019	24/12/2013	25/12/2013	0,0000826 ± 0,000042	0,00168 ± 0,00021
BA01	14/000020	25/12/2013	26/12/2013	0,0000707 ± 0,0000456	0,000862 ± 0,000168
BA01	14/000021	26/12/2013	27/12/2013	< 0,0000787	0,000354 ± 0,000147
BA01	14/000022	27/12/2013	28/12/2013	0,000071 ± 0,0000365	0,000547 ± 0,000149
BA01	14/000023	28/12/2013	29/12/2013	0,0000938 ± 0,0000399	0,00161 ± 0,00019
BA01	14/000024	29/12/2013	30/12/2013	0,0000846 ± 0,0000388	0,000872 ± 0,000161
BA01	14/002323	30/12/2013	31/12/2013	0,000106 ± 0,00004	0,00129 ± 0,00017
BA01	14/002324	31/12/2013	01/01/2014	0,0000617 ± 0,0000397	0,00165 ± 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)

## ALLEGATO 2 – Metodi

- 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.M751 “Determinazione di U-234, U-235 e U-238 in acqua - Eichrom Technologies, Inc. ACW02 rev. 1.3 Uranium in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M752 “Determinazione di U-234, U-235 e U-238 in suolo, sedimento e fango - Eichrom Technologies, Inc. ACS07 rev. 1.5 Uranium in soil” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M763 “Determinazione di U-234, U-235 e U-238 nei vegetali - HASL-300, 28th edition, vol I U-02-RC rev. 1 2000 p. 2 + Eichrom Technologies, Inc. ACW02 rev. 1.3 Uranium in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M795 “Determinazione dell’attività alfa totale e beta totale in acqua mediante contatore proporzionale a flusso di gas - EPA METHOD 9310 rev. 0/1986 Gross alpha and gross beta” – 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,

Arpa Piemonte è accreditata ISO 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203 rev. 4) per il metodo U.RP.M795 “Determinazione dell’attività alfa totale e beta totale in acqua mediante contatore proporzionale a flusso di gas”.

### 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)

### 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 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)

<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.

**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)

#### **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.*

**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)