

**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
 Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Rapporto anno 2016

Relazione tecnica n. 20/SS21.02/2017

| | | |
|---------------------|--|--|
| Redazione | Funzione: Componente SS Siti Nucleari | |
| | Nome: Luca Albertone | |
| | Funzione: Componente SS Siti Nucleari | |
| Verifica | Nome: Manuela Marga | |
| | Funzione: Componente SS Siti Nucleari | |
| Approvazione | Nome: Giuseppe Tozzi | |
| | Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari | |
| Approvazione | Nome: Laura Porzio | |
| | Funzione: Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni | |
| Approvazione | Nome: Giovanni d'Amore | |

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

INDICE

| | | |
|------|--|----|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E CONTROLLO | 3 |
| 3 | LE STRATEGIE DI CONTROLLO | 4 |
| 4 | ATTIVITÀ SVOLTE DALL' IMPIANTO NELL'ANNO 2016 | 6 |
| 5 | LE RETI DI MONITORAGGIO | 6 |
| 6 | METODOLOGIA DI MISURA | 7 |
| 7 | STRUMENTAZIONE UTILIZZATA | 10 |
| 8 | ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO | 10 |
| 8.1. | Monitoraggio ambientale ordinario – risultati delle misure | 10 |
| 9 | ATTIVITÀ DI CONTROLLO | 28 |
| 9.1. | Controllo degli scarichi di effluenti radioattivi | 28 |
| 9.2. | Controllo dei materiali allontanabili dall'impianto | 29 |
| 10 | VALUTAZIONI DOSIMETRICHE | 29 |
| 11 | VALUTAZIONI CONCLUSIVE | 30 |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

1 PREMESSA

In questa relazione vengono riassunti i risultati del monitoraggio radiologico ambientale condotto da Arpa Piemonte nell'anno 2016 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 e rinnovato nel 2015.

2 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

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

Reti locali di monitoraggio

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

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

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

- ***Il monitoraggio ordinario***

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

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

della popolazione. Vengono così scelte le *matrici ambientali ed alimentari* da campionare, i *punti di campionamento* significativi e la *frequenza di campionamento*.

- **Il monitoraggio straordinario**

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

Attività di controllo

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

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

3 LE STRATEGIE DI CONTROLLO

Sono state applicate le strategie di controllo descritte nel documento *Strategie di monitoraggio e controllo dei siti nucleari* e disponibile sul sito www.arpa.piemonte.it.

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

Livelli di riferimento

La normativa di riferimento (D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.) pone dei valori limite sulla *dose efficace*, data dalla somma delle dosi efficaci ricevute per esposizione esterna e impegnate per inalazione o per ingestione a seguito dell'introduzione di radionuclidi verificatesi nel periodo di riferimento. Secondo i più recenti indirizzi nazionali ed internazionali il limite da considerare per l'esposizione a sorgenti di radiazioni artificiali è costituito dal *limite per la non rilevanza radiologica*, fissato in 10 microSv per anno solare, valore al di sotto del quale si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

I limiti fissati dalla normativa non sono però direttamente confrontabili con i risultati analitici, che forniscono dei valori di concentrazione di attività, dal momento che si tratta di grandezze di natura diversa. Solo il D. Lgs. 15 febbraio 2016 n. 28 "Attuazione della direttiva 2013/51/EURATOM del Consiglio, del 22 ottobre 2013, che stabilisce i requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano" – entrato in vigore il 22/03/2016 in sostituzione del D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano" – definisce le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

In particolare il decreto fissa i valori per la concentrazione di Radon e di Tritio nelle acque potabili in 100 Bq/l ed il valore della *dose indicativa* in 0,10 mSv per anno solare, corrispondenti a 100 microSv per anno solare. Inoltre riporta i *valori di concentrazioni di attività derivate* per i principali radionuclidi di origine naturale ed artificiale e stabilisce che il calcolo della *dose indicativa* può essere effettuato attraverso le due strategie di seguito descritte.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

- 1) Strategia di screening basata sulla misura dell'attività Alfa totale e Beta totale.
Il rispetto dei valori di screening per l'attività Alfa totale e Beta totale riportati in Tabella 2 generalmente garantisce il rispetto della *dose indicativa*. In caso contrario sono necessarie misure di approfondimento.
- 2) Strategia di screening basata sull'analisi della concentrazione dei singoli nuclidi.
Vengono preliminarmente determinati i radionuclidi da misurare in relazione alle possibili fonti di rilascio. Il calcolo della *dose indicativa* viene poi effettuato tenendo conto di tutti i contributi.

Pur continuando ad effettuare le misure di screening di attività Alfa totale e Beta totale allo scopo di evidenziare tempestivamente picchi di rilascio, si è scelto di utilizzare la strategia di cui al punto 2).

In via strettamente cautelativa lo stesso approccio viene utilizzato per l'acqua di falda superficiale. Il superamento dei *valori di screening* per l'attività Alfa totale e Beta totale non deve pertanto essere necessariamente interpretato come superamento del valore di *dose indicativa*.

Inoltre, visto lo specifico contesto che vede la presenza di impianti nucleari come possibile fonte di rilascio, si ritiene opportuno e cautelativo continuare ad utilizzare come livello operativo il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*, ossia quel valore il cui rispetto garantisce il rispetto del *limite per la non rilevanza radiologica*, fissato in 10 microSv per anno solare.

Inoltre si è tenuto conto dei *valori di screening* fissati per alcune grandezze a livello internazionale (World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011) e comunitario (Raccomandazione 2000/473/Euratom).

Trattamento statistico dei dati

I valori di concentrazione dei radionuclidi artificiali 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 sia di attribuzione.

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

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

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

In questo modo per ogni punto di campionamento, per ogni matrice e per ogni parametro è stato possibile definire un *Limite 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*.

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

4 ATTIVITÀ SVOLTE DALL' IMPIANTO NELL' ANNO 2016

Nel corso del 2016 sono continuate le attività di decommissioning dell'impianto. Tra queste si segnalano in particolare:

- la gestione dei rifiuti radioattivi solidi nell'edificio denominato BLD11 – adibito a stazione di buffer provvisorio – dove alla fine del 2016 erano presenti 893 fusti da 220 litri contenenti rifiuti radioattivi, dei quali 503 sono stati prodotti durante le attività di decommissioning e 390 durante l'esercizio pregresso dell'impianto;
- il monitoraggio finale dei materiali ai fini del loro allontanamento dal sito privi di vincoli radiologici.

Nel corso dell'anno 2016 l'impianto ex FN-SO.G.I.N di Bosco Marengo (AL) ha effettuato 2 scarichi di effluenti radioattivi liquidi. Tali scarichi sono stati convogliati in una vasca di accumulo che è stata svuotata nel Rio Lovassina in una sola occasione nel corso dell'anno 2016.

5 LE RETI DI MONITORAGGIO

Nell'anno 2016 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.

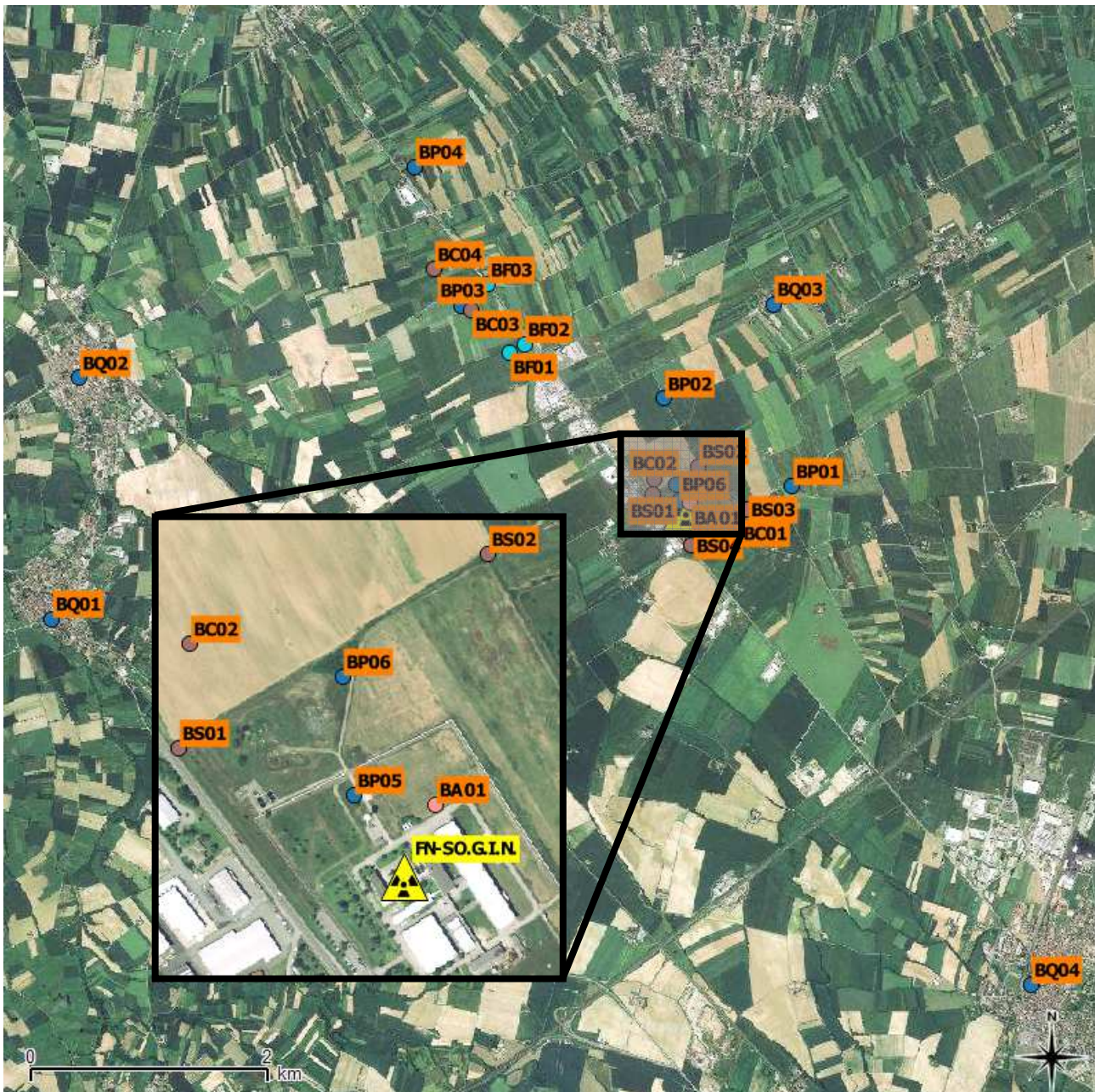
Tutti i campionamenti sono effettuati secondo precise modalità – definite in una procedura interna – in modo da garantire la significatività e la riproducibilità dei dati misurati.

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

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

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

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



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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: 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;
- la determinazione dell'attività degli attinidi totali rappresenta un utile strumento per un confronto diretto con i *valori di screening* fissati per la contaminazione dell'acqua destinata al consumo umano;
- i *metodi radiochimici* prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emettitori (uranio) e la loro successiva determinazione quantitativa; si tratta di analisi estremamente laboriose che non sono applicabili in larga scala.

Nel grafico di Figura 2 è riportato il numero di campioni – suddivisi per matrice – prelevati ed analizzati nel corso del 2016 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 2016.

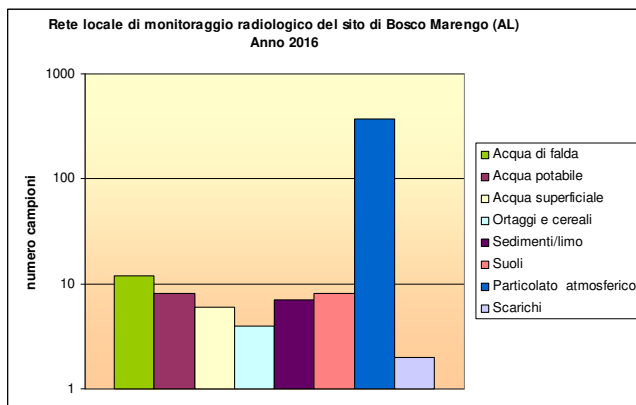
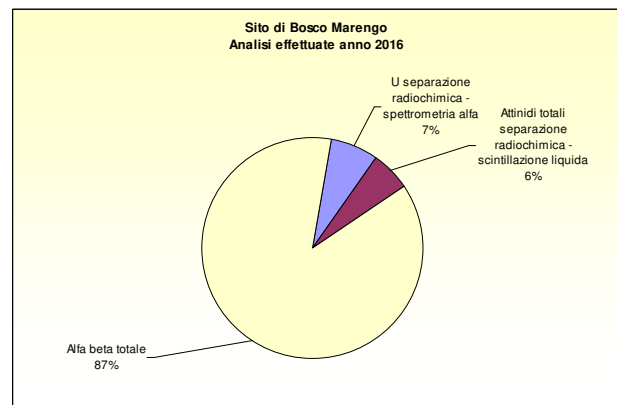


Figura 3 Analisi effettuate nell'anno 2016.



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/m³ e Bq/m² 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 ³ | Valore soglia per la non rilevanza radiologica Bq/kg, Bq/l, Bq/m ³ | Valore di screening Bq/kg, Bq/l, Bq/m ³ | Fonte |
|-----------------------------|--------------------|--|--|---|--|
| Acqua potabile | α totale | 0,1 | - | 0,1 | D. Lgs. 28/2016 |
| | β totale | 0,2 | - | 0,5 | D. Lgs. 28/2016 |
| | Attinidi totali | 0,02 | - | 0,74 | World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011 |
| | U-234 | 0,001 | 0,11 | - | |
| | U-235 | 0,001 | 0,11 | - | |
| | U-238 | 0,001 | 0,11 | - | |
| Acqua di falda superficiale | α totale | 0,1 | - | 0,1 | D. Lgs. 28/2016 |
| | β totale | 0,2 | - | 0,5 | D. Lgs. 28/2016 |
| | Attinidi totali | 0,02 | - | 0,74 | World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011 |
| | U-234 | 0,001 | 0,11 | - | |
| | U-235 | 0,001 | 0,11 | - | |
| | U-238 | 0,001 | 0,11 | - | |
| Acqua superficiale | 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 UNI CEI EN ISO/IEC 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203) per i principali metodi di prova (ALLEGATO 2);
- partecipa con cadenza annuale a circuiti di interconfronto nazionali ed internazionali (EC, IAEA ed altri).

L'accreditamento testimonia la competenza tecnica del Laboratorio e la conformità del sistema di gestione alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 ed a qualsiasi altro criterio prescritto dall'Ente di accreditamento.

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

7 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

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

- Catene spettrometriche alfa con rivelatori al silicio a barriera superficiale e software di elaborazione ORTEC "Alpha Vision";
- contatori proporzionali a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Perkin Elmer mod. Ultra low level Quantulus 1220.

8 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

8.1. Monitoraggio ambientale ordinario – risultati delle misure

In questa sezione sono riportati in forma sintetica i risultati delle misure insieme ad alcuni grafici con gli andamenti storici delle concentrazioni dei radionuclidi di interesse nelle principali matrici alimentari ed ambientali, mentre per il dettaglio dei dati analitici si rimanda alle tabelle dell'Allegato 1. Per agevolare la comprensione dei risultati delle misure eseguite, nei grafici sono riportate le linee corrispondenti ai livelli operativi di volta in volta adottati (si veda il Paragrafo 3): questo consente di valutare facilmente se i valori di concentrazione sono accettabili e quanto si discostano dai valori limite.

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

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

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

Via di esposizione: ingestione

Acqua potabile

- Fa parte integrante della dieta.
- Consumo medio pro capite 548 l/anno per gli adulti (CEVaD/2010).
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 1.
- Presenza di uranio di origine naturale.
- Contributo alla dose 1,37microSv/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.

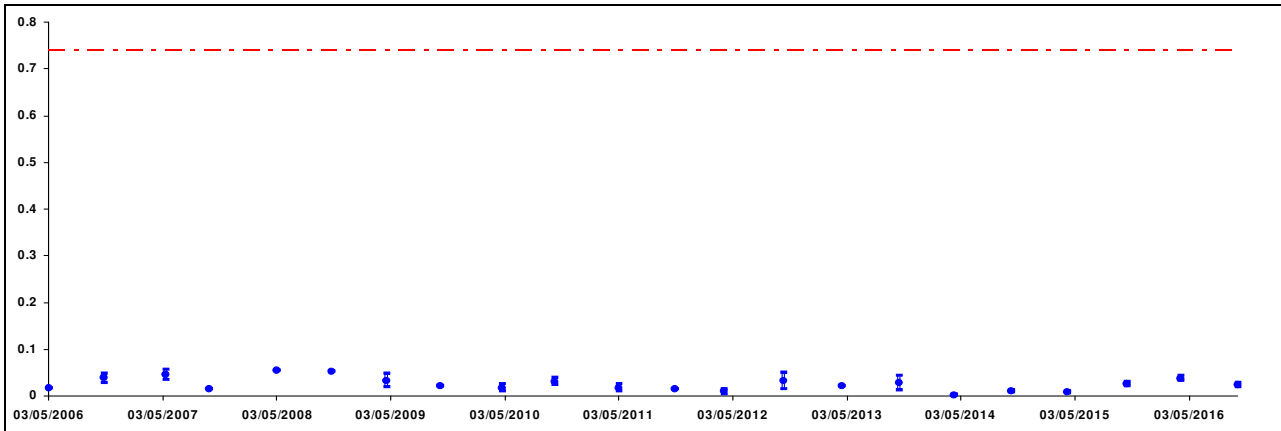
ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: 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*.

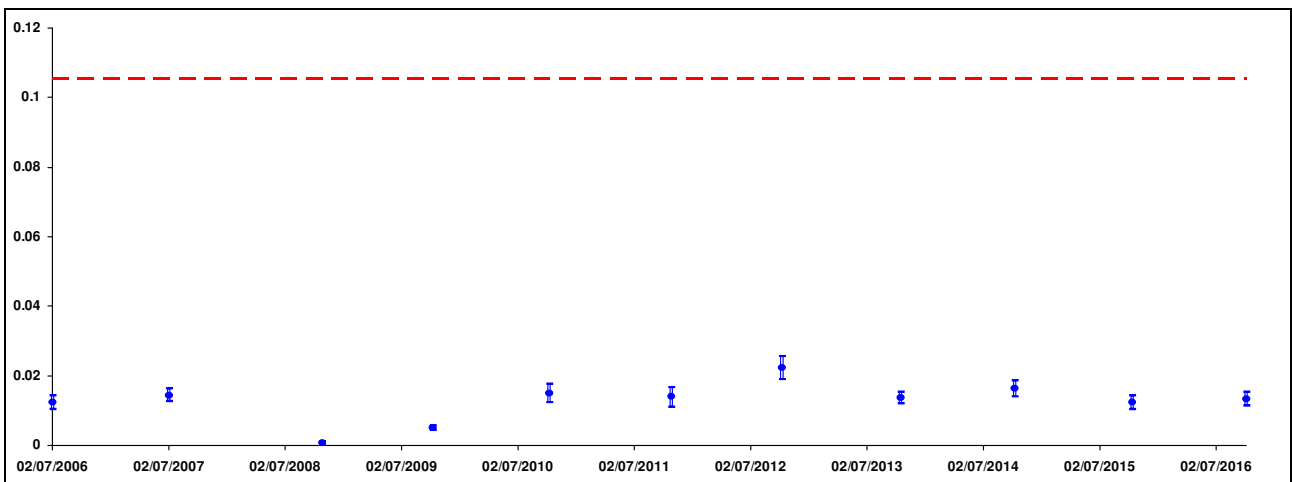
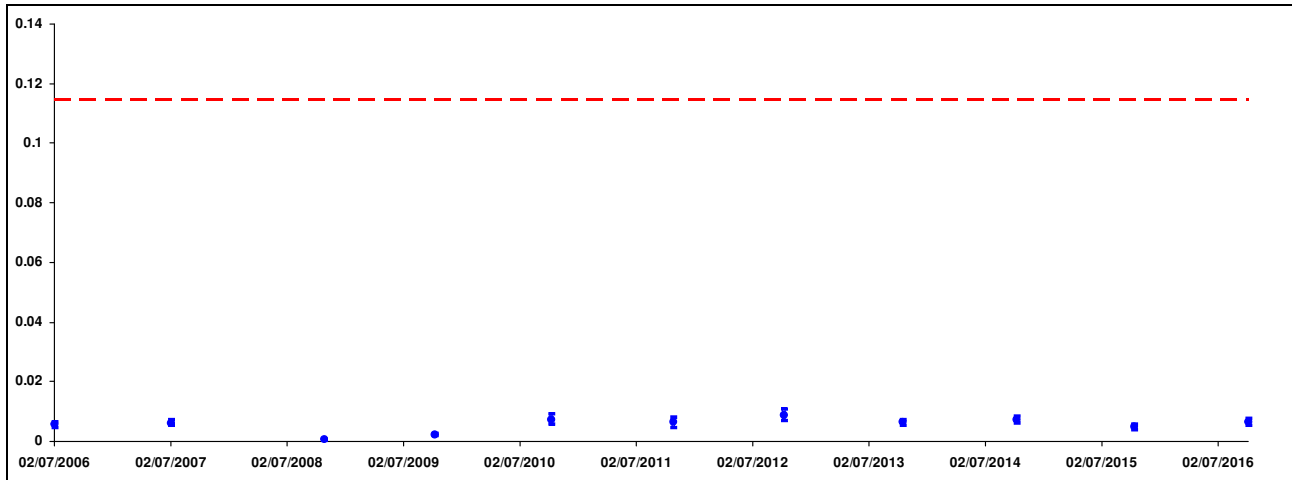


Figura 6 Andamento della concentrazione di U-238 nell'acqua potabile prelevata nel punto BQ01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.



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 A 2.*
- *Presenza di uranio di origine naturale.*
- *Contributo alla dose 2,25 microSv/anno.*



Nell'acqua di falda superficiale campionata 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

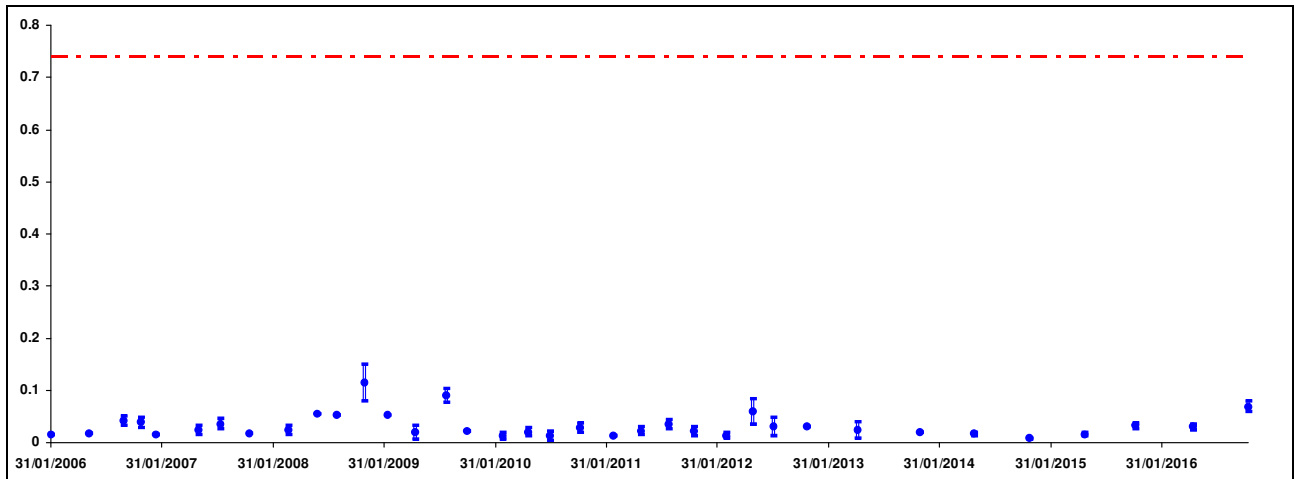
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

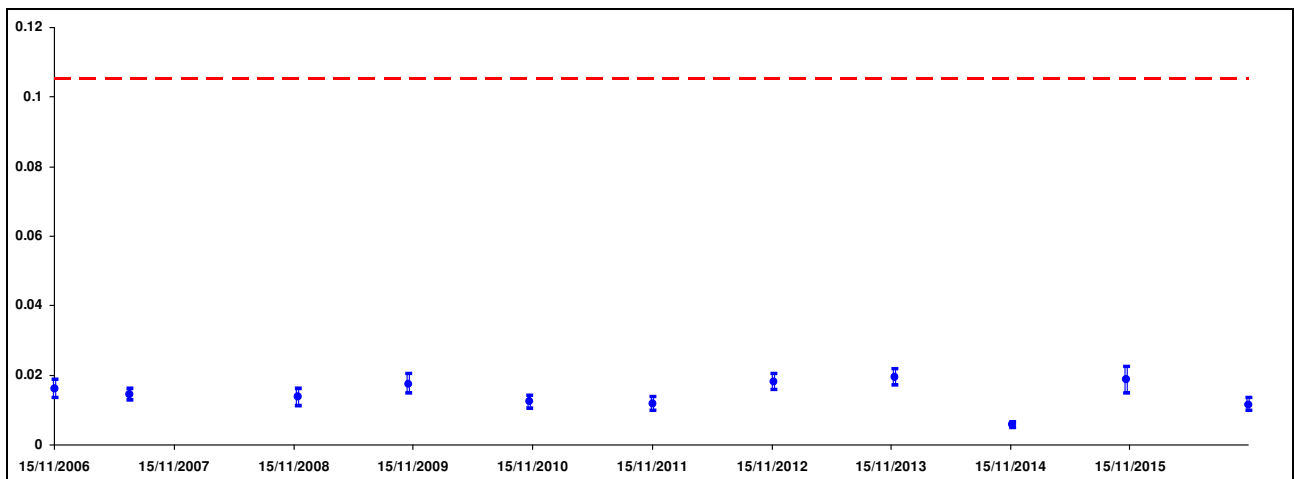
Nel grafico di Figura 7 è riportato, a titolo esemplificativo, l'andamento della concentrazione degli Attinidi totali nell'acqua di falda superficiale prelevata nel pozzo privato BP01. La linea orizzontale rappresenta il *valore di screening* fissato da World Health Organization per l'uranio totale.

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*.



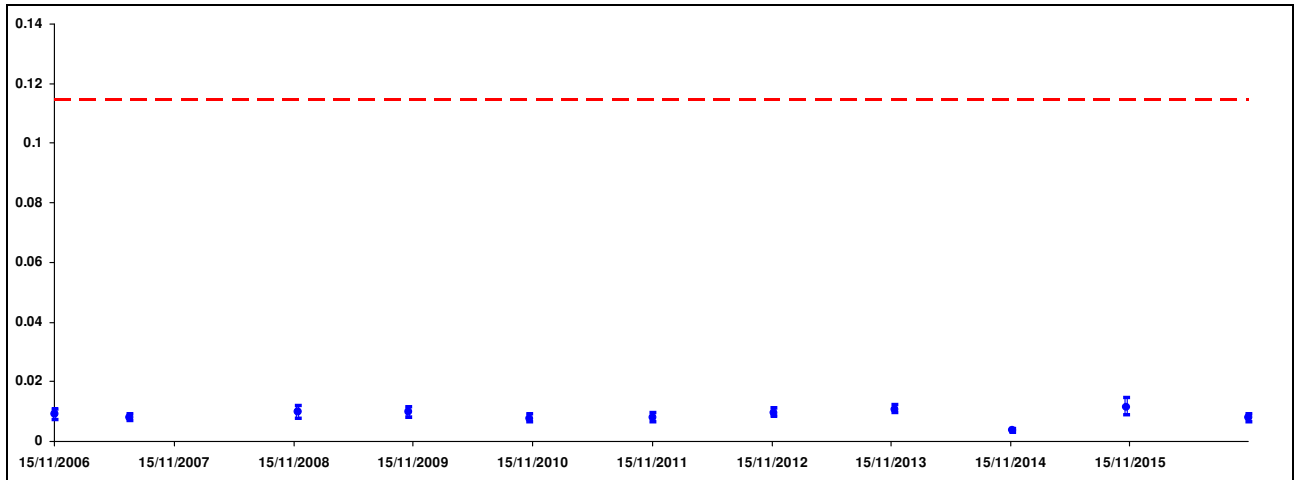
ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: 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 A 3.*
- *Presenza di uranio di origine naturale.*
- *Contributo alla dose 0,11 microSv/anno.*



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

Nei grafici di Figura 10 e Figura 11 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nei cereali 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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: 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*.

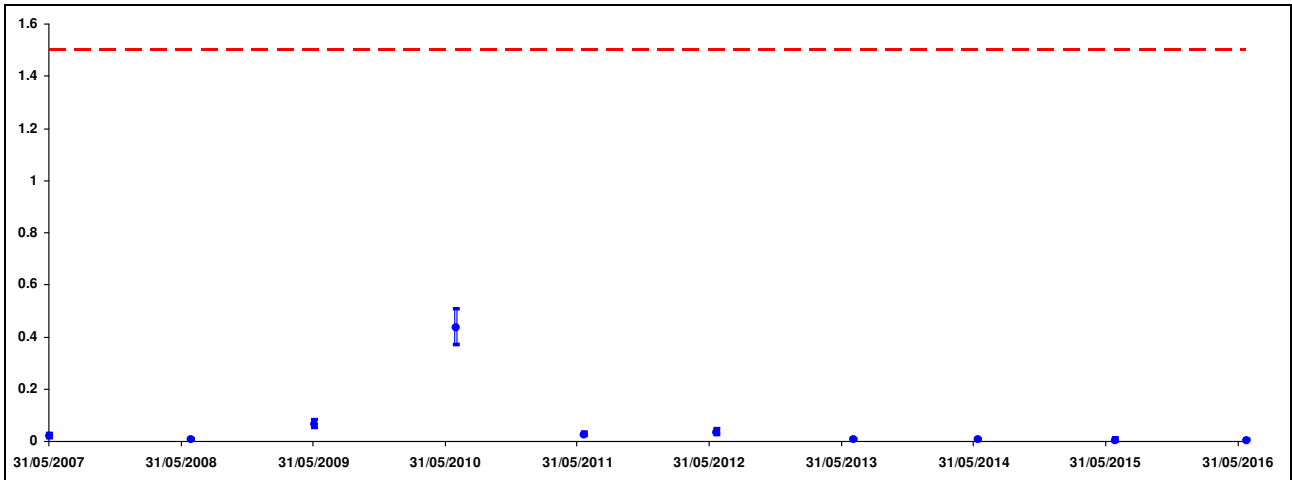
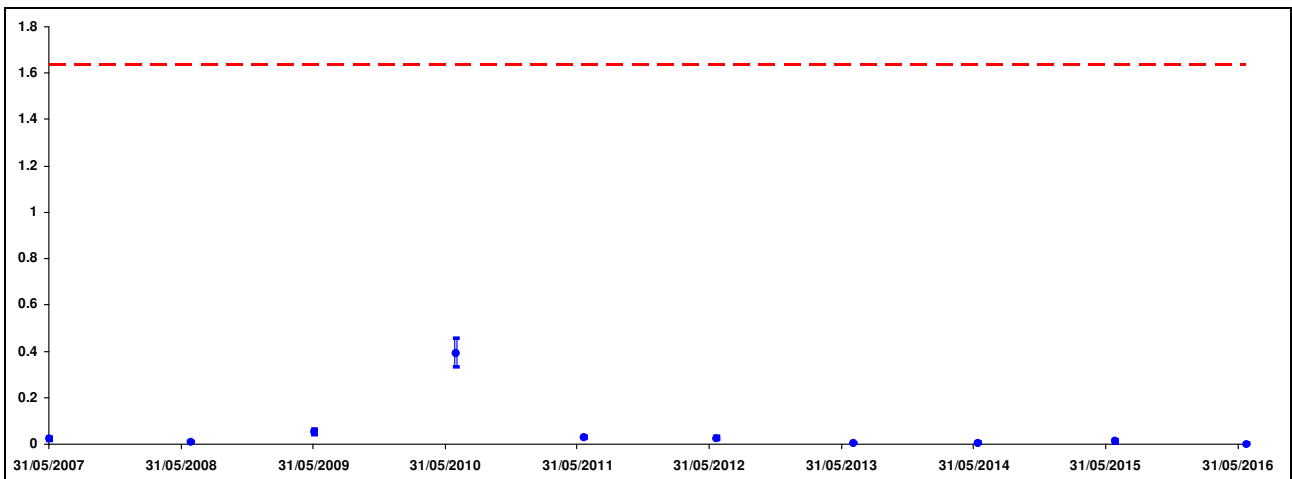


Figura 11 Andamento della concentrazione di U-238 nei cereali prelevati nel punto BC01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.



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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Indicatori ambientali

Suolo

- E' un indicatore ambientale utile per valutare eventuali ricadute al suolo.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 4.
- Presenza di uranio di origine naturale.
- Nel corso del 2016 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.



Nel suolo indisturbato campionato nei punti BS01, BS02, BS03 e BS04 i risultati delle misure di uranio in spettrometria alfa sono confrontabili con le serie storiche degli anni precedenti. Dal momento che per questa matrice non sono definibili *valori soglia per la non rilevanza radiologica* la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti *limiti di azione*.

Nei grafici di Figura 12 e Figura 13 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nel suolo 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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: 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.

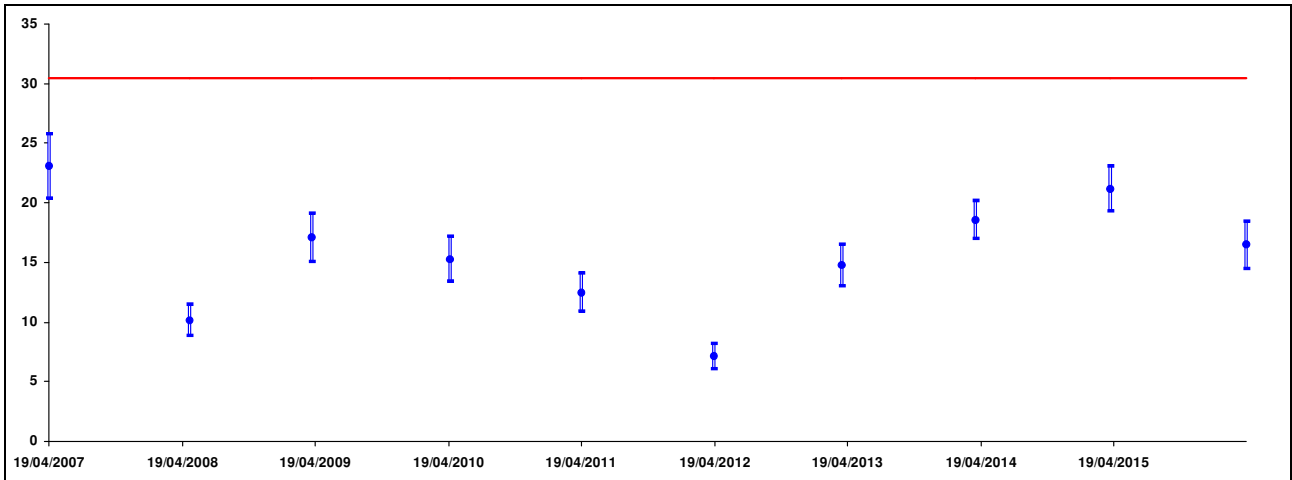
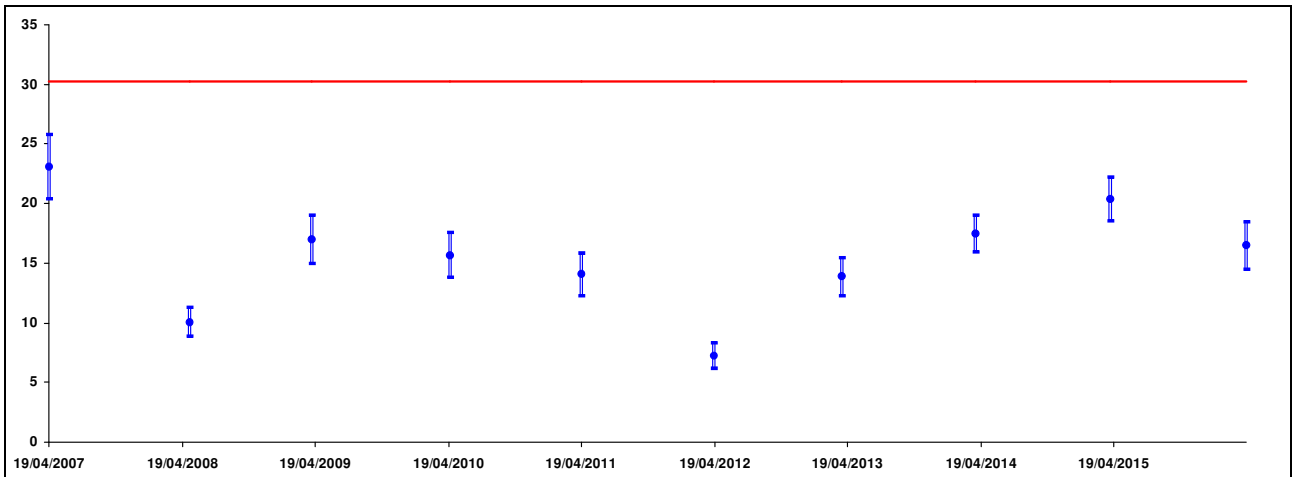


Figura 13 Andamento della concentrazione di U-238 nel suolo indisturbato prelevato nel punto BS01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.



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 A 5.
- Presenza di uranio di origine naturale.
- Nel corso del 2016 nel punto BC02 le concentrazioni di U-234 e di U-238 hanno superato il limite di azione. La contaminazione osservata è attribuibile alla radioattività naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell'impianto.



Dal momento che per questa matrice non sono definibili *valori soglia per la non rilevanza radiologica* la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti *limiti di azione*. Nel suolo coltivato campionato nel corso del 2016 nei punti BC01, BC03 e BC04 i risultati delle misure di uranio in spettrometria alfa sono confrontabili con le serie storiche degli anni precedenti. Solo nel punto BS02 si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica e le concentrazioni di U-234 e di U-238 hanno superato il *limite di azione*. Tuttavia non sono state evidenziate alterazioni nei rapporti isotopici rispetto all'uranio naturale: pertanto la contaminazione osservata è attribuibile alla radioattività naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell'impianto.

Nei grafici di Figura 14 e Figura 15 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni di U-234 e U-238 nel suolo coltivato prelevato nel punto BC02. 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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

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

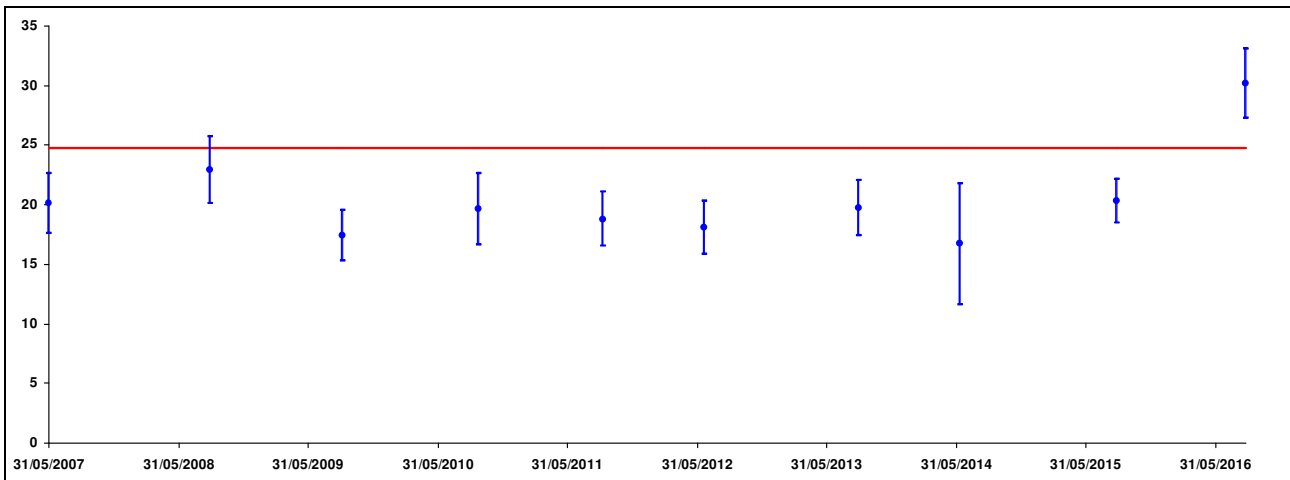
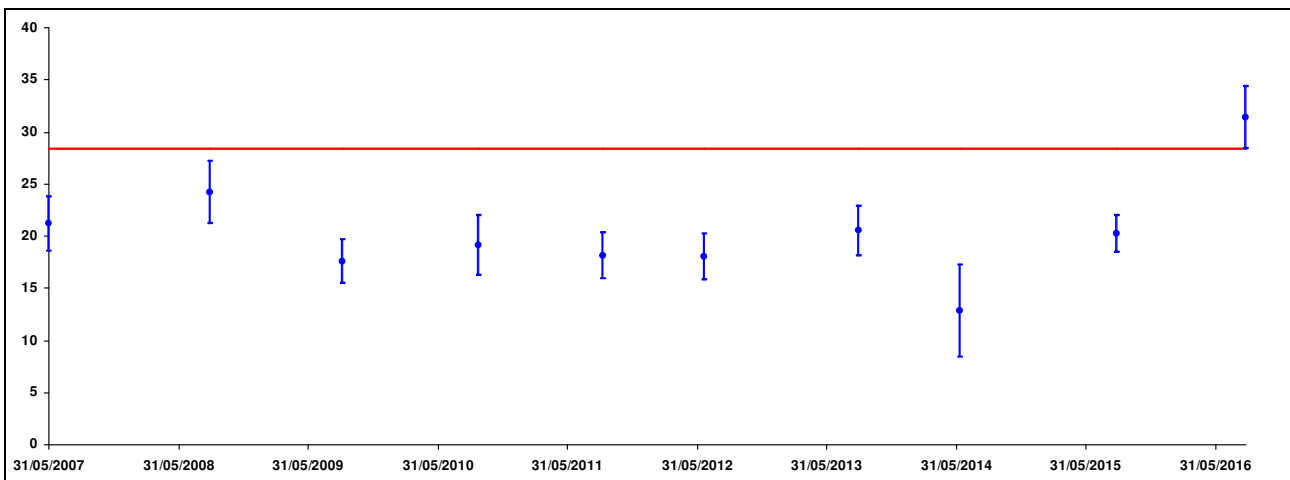


Figura 15 Andamento della concentrazione di U-238 nel suolo coltivato prelevato nel punto BC02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.



Acqua superficiale

- *Costituisce un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 6.*
- *Presenza di uranio di origine naturale.*
- *Nel corso del 2016 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



L'acqua superficiale del Rio Lovassina campionata a monte (BF01) ed a valle (BF02, BF03) dello scarico dell'impianto costituisce un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli. Dal momento che per questa matrice non sono definibili *valori soglia per la non rilevanza radiologica* la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti *limiti 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 2016 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica, Nei grafici di Figura 16 e Figura 17 sono riportati a titolo esemplificativo gli andamenti della concentrazione delle attività Beta totale a monte (BF01) ed a valle (BF02) dello scarico dell'impianto. La linea orizzontale rappresenta il *valore di screening* secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. Nel corso del 2016 la concentrazione di attività Beta totale non ha presentato superamenti. Si ricorda che nel 2015 si era osservato il superamento del valore di screening sia a monte sia a valle dello scarico dell'impianto, ad indicare che il fenomeno non era riconducibile alle attività dell'impianto stesso.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 16 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.

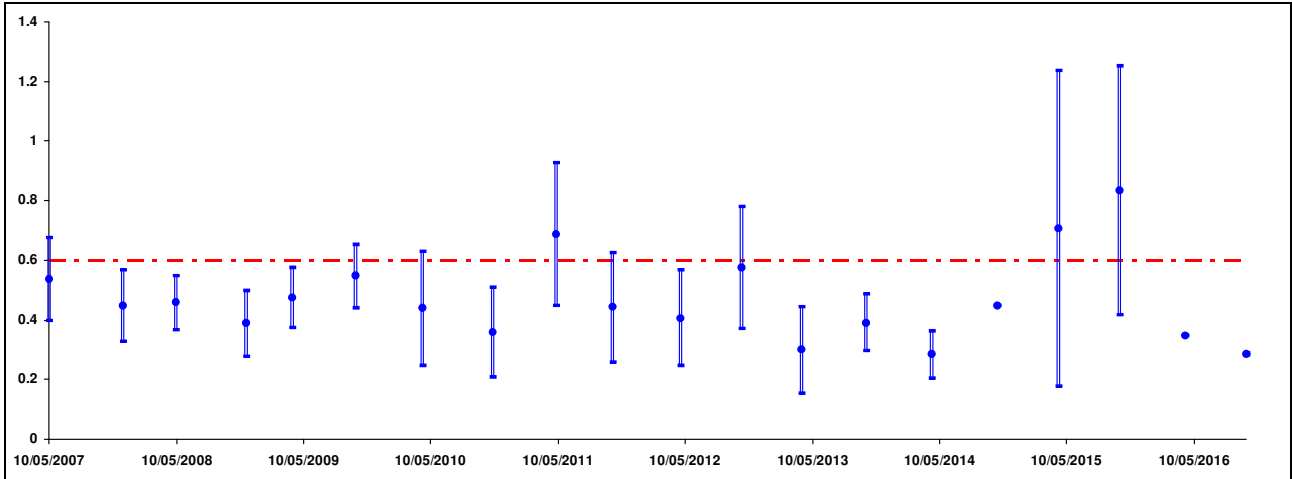
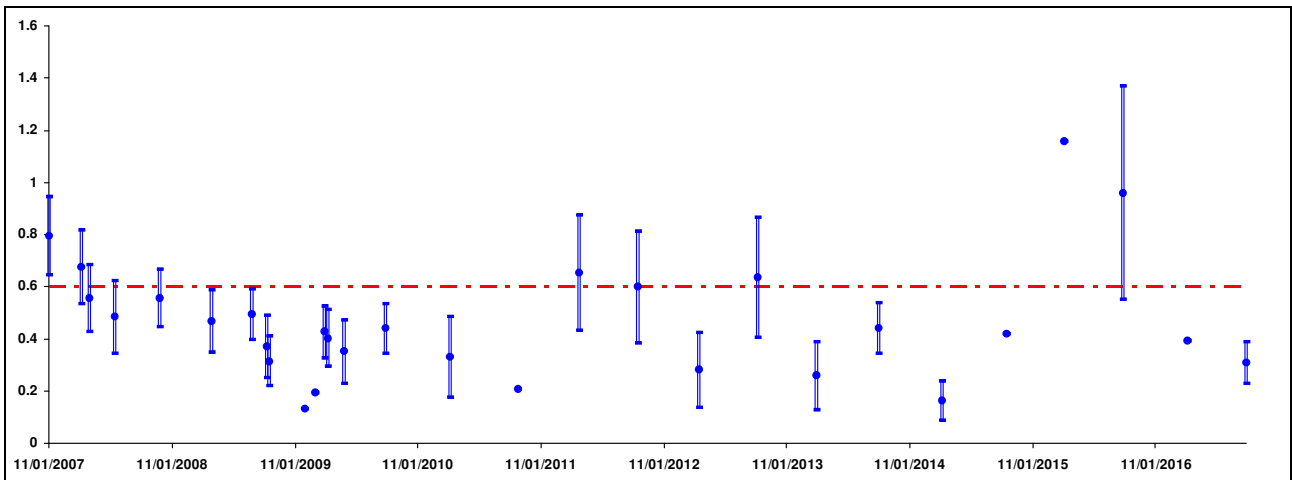


Figura 17 Andamento della concentrazione Beta totale nell'acqua superficiale prelevata a valle dello scarico dell'impianto nel punto BF02 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Sedimenti fluviali

- *Costituiscono un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 7.*
- *Presenza di uranio di origine naturale e tracce di uranio arricchito immediatamente a valle dello scarico dell'impianto.*
- *Nel corso del 2016 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



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

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

Nel corso del 2016 non ci sono stati superamenti del *limite di azione*.

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

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 18 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.

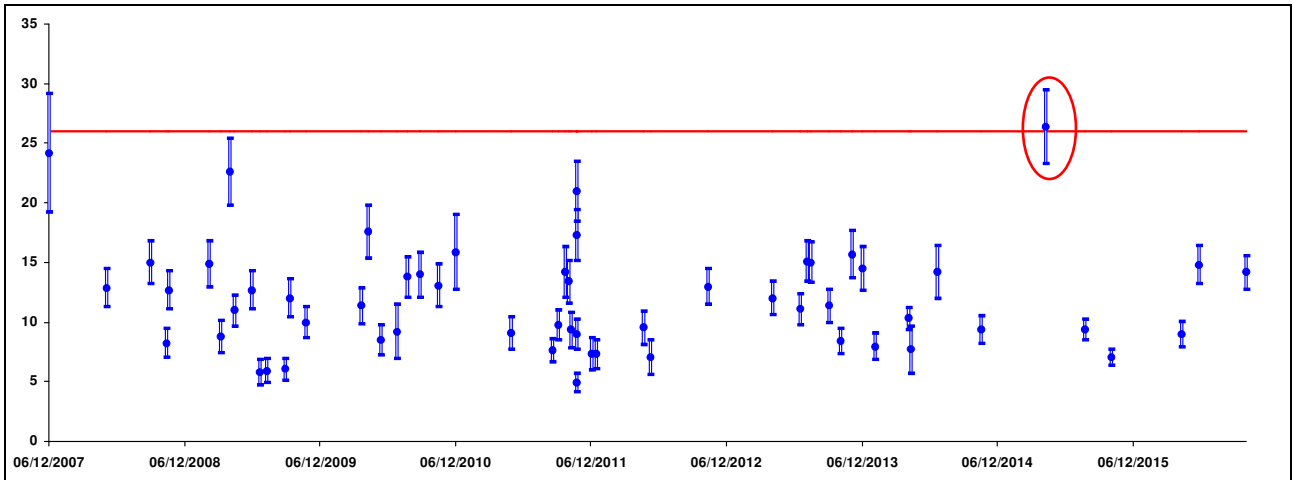
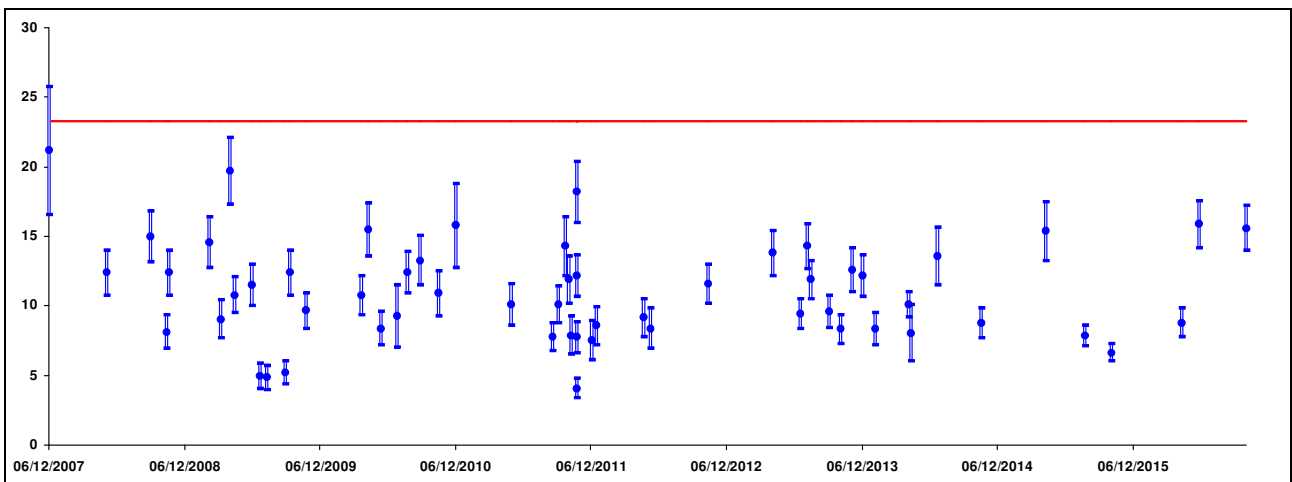


Figura 19 Andamento della concentrazione di U-238 nei sedimenti prelevati nel punto BF02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.



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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

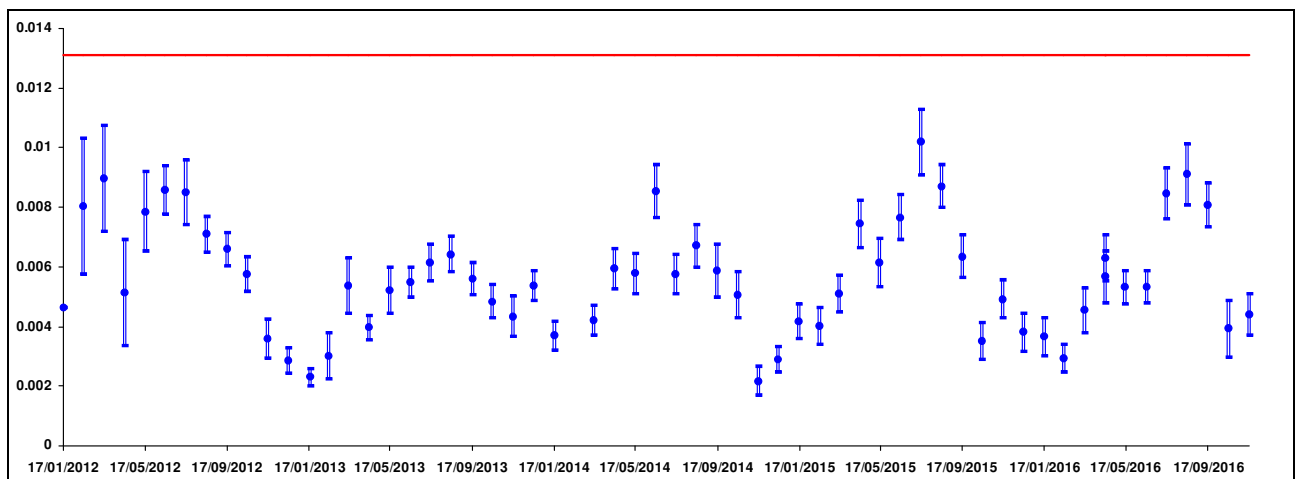
Particolato atmosferico

- *Il punto di campionamento è posto all'interno dell'impianto FN-SO.G.I.N., per cui i dati relativi non possono essere utilizzati per valutazioni di dose alla popolazione.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 8 e Tabella A 9.*
- *Nel corso del 2016 non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*



Il particolato atmosferico è campionato in continuo in un punto posto all'interno dell'impianto FN-SO.G.I.N. (BA01) con la finalità di controllare gli effluenti aeriformi dell'impianto stesso: i dati relativi non possono pertanto essere utilizzati per valutazioni di dose alla popolazione. Le concentrazioni di attività Alfa totale e Beta totale ritardate sono imputabili alla presenza di radionuclidi di origine naturale a vita non breve o cosmogenici, come Be-7 (Figura 20).

Figura 20 Andamento della concentrazione di Be-7 nel particolato atmosferico campionato 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.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

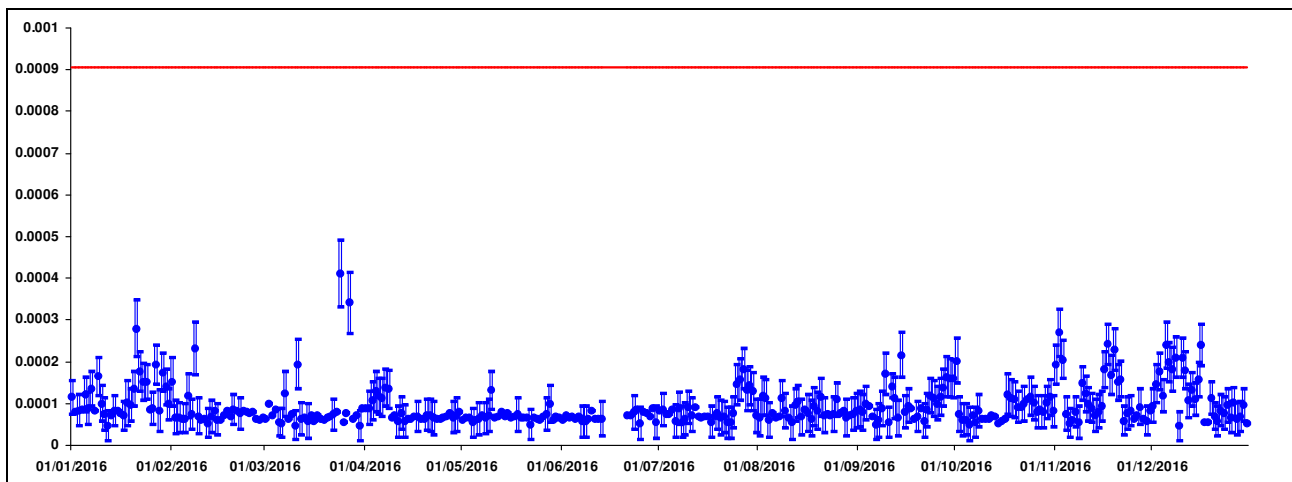
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Nel grafico di Figura 21 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 22 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 dei mesi di gennaio, settembre e dicembre si è osservato un incremento delle concentrazioni di attività Alfa totale e Beta totale correlabili all'aumentato inquinamento atmosferico causato dalla prolungata assenza di precipitazioni ed osservato anche negli altri punti di campionamento, in particolare presso la sede Arpa di Vercelli (Figura 23 e Figura 24) ove si sono osservati anche sporadici superamenti della serie storica per la concentrazione di attività Alfa totale ed un isolato superamento del livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom per la concentrazione di attività Beta totale. Nel corso dell'anno non è mai stato riscontrato il superamento dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* per radionuclidi di origine artificiale – come risulta dalle misure di spettrometria gamma – e non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

Figura 21 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.



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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 22 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.

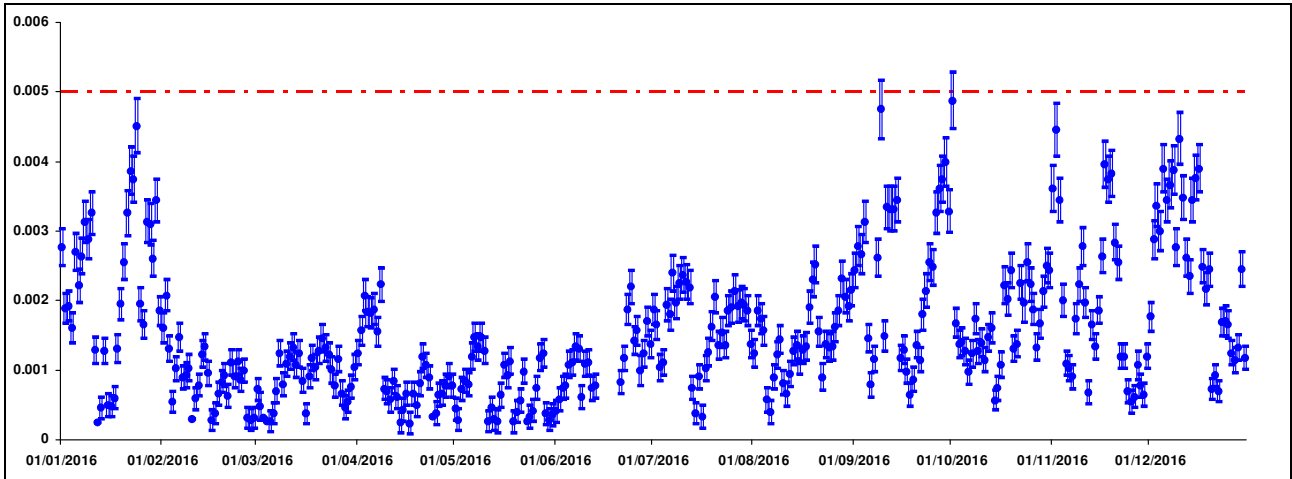
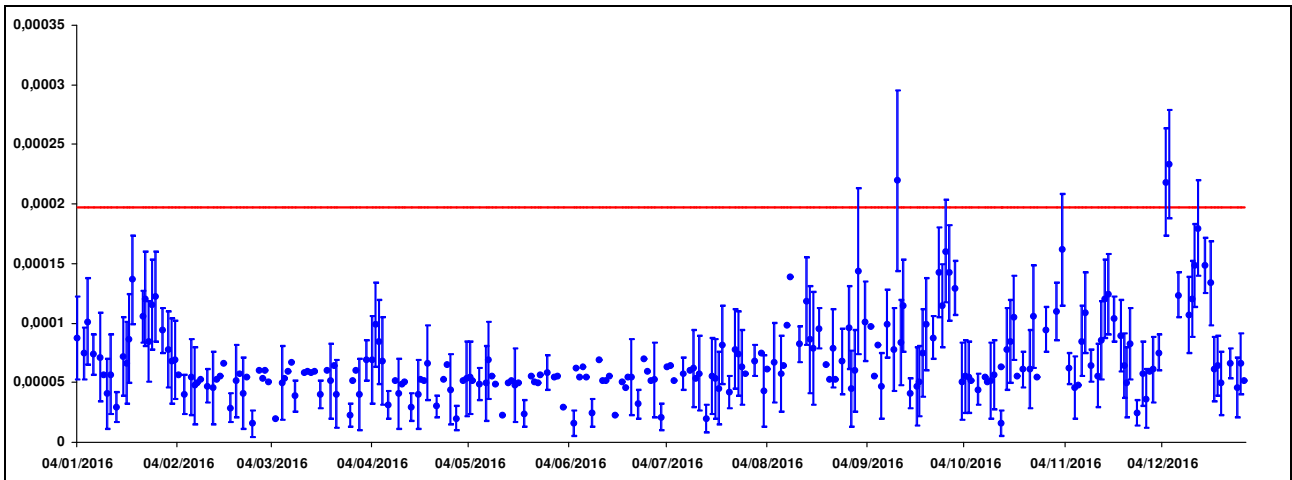


Figura 23 Andamento delle misure di screening di attività Alfa totale nel particolato atmosferico campionato presso la sede Arpa di Vercelli (Bq/m^3). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* per l'attività Alfa totale.



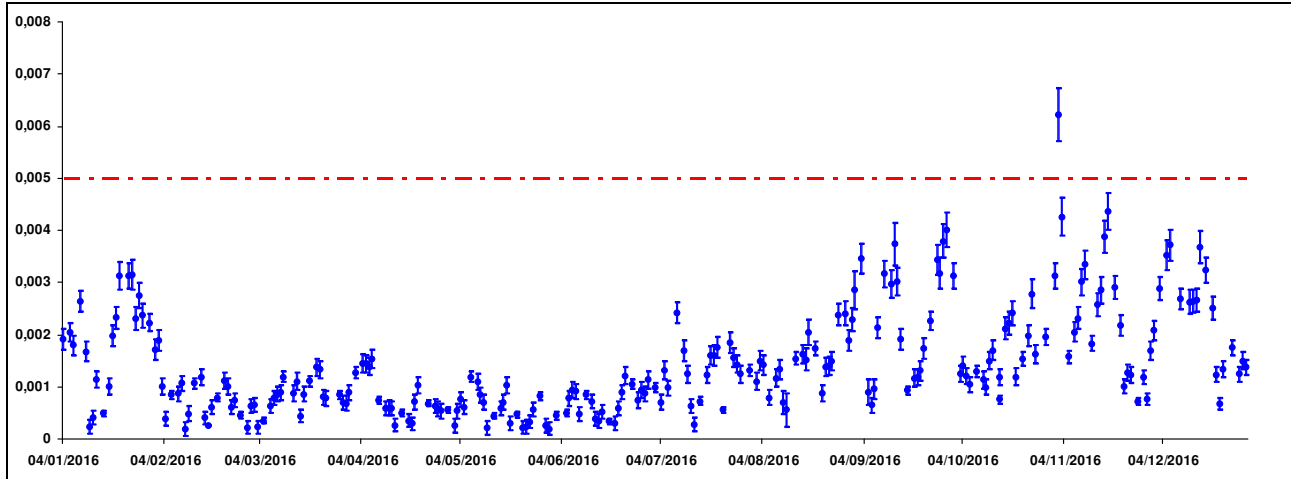
ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 24 Andamento delle misure di screening di attività Beta totale nel particolato atmosferico campionato presso la sede Arpa di Vercelli (Bq/m^3). La linea orizzontale rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



9 ATTIVITÀ DI CONTROLLO

9.1. Controllo degli scarichi di effluenti radioattivi

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

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

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

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

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

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 18 e Figura 19 nel corso del 2015 si sono osservate tracce di uranio arricchito immediatamente a valle dello scarico dell'impianto ma tale episodio è risultato del tutto localizzato e transitorio e non si sono riscontrati fenomeni di accumulo nei sedimenti del Rio Lovassina.

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).

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

9.2. Controllo dei materiali allontanabili dall'impianto

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

Nel corso del 2016 sono stati effettuati i controlli su un lotto di materiale metallico, che è stato successivamente allontanato. Tali controlli hanno confermato che i livelli di concentrazione di attività di 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 per il controllo dei materiali rilasciabili sono disponibili sul sito 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 2016.

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.

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

Tabella 4 Stima della dose efficace alla popolazione – anno 2016.

| Via critica | Matrice | Dose microSv/anno |
|---|-----------------------------|-------------------|
| Ingestione | Acqua potabile | 1,37 |
| | Acqua di falda superficiale | 2,25 |
| | Prodotti di coltivazione | 0,11 |
| Inalazione | - | - |
| Irraggiamento | - | - |
| Totale | | 3,73 |
| Limite non rilevanza radiologica | | 10 |

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

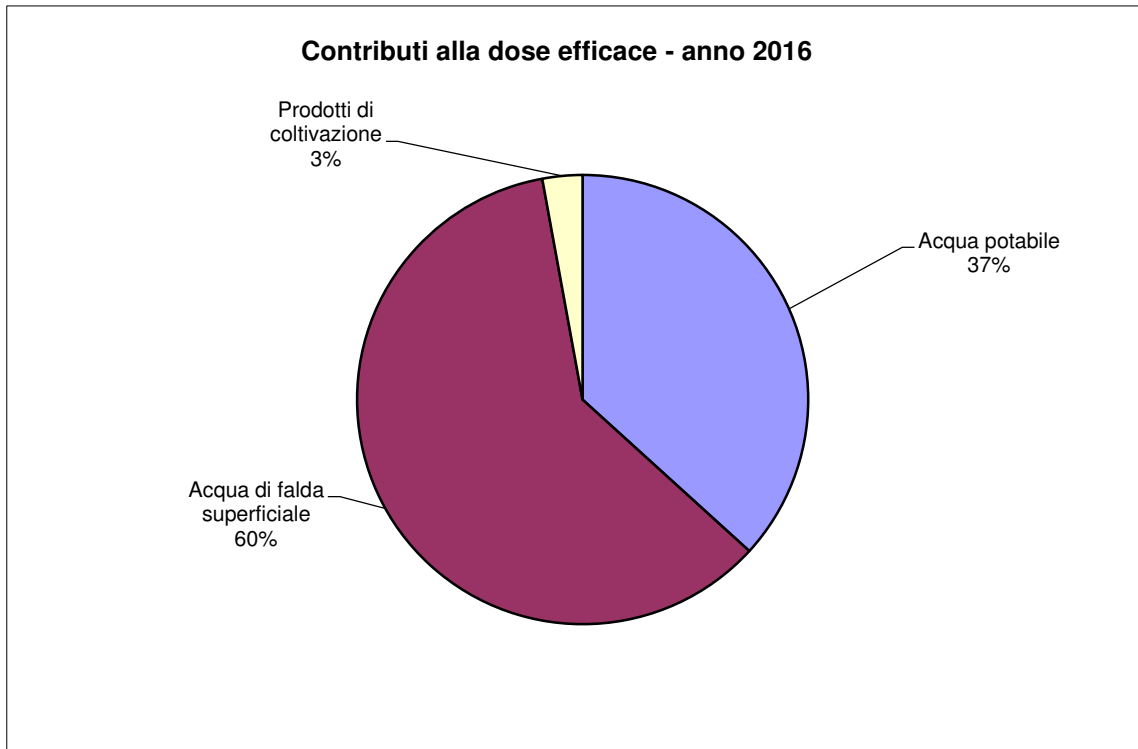
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

In Figura 25 sono rappresentati i contributi percentuali alla *dose efficace*.

Figura 25 Contributi percentuali alla dose efficace.



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

11 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2016 nell'ambito del programma ordinario hanno confermato l'assenza di contaminazioni ambientali imputabili alle attività svolte dall'impianto.

Nel corso dei mesi di gennaio, settembre e dicembre si è osservato un generale incremento della concentrazioni di attività Alfa totale e Beta totale nel particolato atmosferico correlabile all'aumentato inquinamento atmosferico causato dalla prolungata assenza di precipitazioni ed osservato anche negli altri punti di campionamento.

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

ALLEGATO 1 – Risultati delle misure

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

| Punto | Campione | Data | Alfa totale | Beta totale | Attinidi totali | U-234 | U-235 | U-238 |
|-------|-----------|------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| BQ01 | 16/018610 | 06/04/2016 | 0,0250 ± 0,0105 | < 0,0925 | 0,0385 ± 0,0060 | - | - | - |
| BQ01 | 16/051563 | 04/10/2016 | < 0,0200 | < 0,110 | 0,0246 ± 0,0051 | 0,0132 ± 0,0019 | < 0,000712 | 0,00667 ± 0,00123 |
| BQ02 | 16/018612 | 06/04/2016 | < 0,0425 | < 0,186 | 0,0409 ± 0,0061 | - | - | - |
| BQ02 | 16/051566 | 04/10/2016 | < 0,0176 | < 0,0972 | 0,0195 ± 0,0036 | 0,0156 ± 0,0030 | < 0,00128 | 0,00785 ± 0,00195 |
| BQ03 | 16/018595 | 06/04/2016 | < 0,0139 | < 0,0895 | < 0,00495 | - | - | - |
| BQ03 | 16/051575 | 04/10/2016 | < 0,0183 | < 0,101 | 0,0191 ± 0,0034 | 0,00125 ± 0,00052 | < 0,000654 | 0,000508 ± 0,000423 |
| BQ04 | 16/018597 | 06/04/2016 | < 0,0157 | < 0,088 | 0,0172 ± 0,0037 | - | - | - |
| BQ04 | 16/051581 | 04/10/2016 | < 0,0197 | < 0,108 | 0,00959 ± 0,00356 | 0,00728 ± 0,00138 | 0,000566 ± 0,000403 | 0,00549 ± 0,00119 |

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

| Punto | Campione | Data | Alfa totale | Beta totale | Attinidi totali | U-234 | U-235 | U-238 |
|-------|-----------|------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| BP01 | 16/025907 | 13/05/2016 | 0,0211 ± 0,0125 | < 0,141 | 0,0306 ± 0,0052 | - | - | - |
| BP01 | 16/058406 | 09/11/2016 | < 0,0659 | < 0,403 | 0,0693 ± 0,0105 | 0,0117 ± 0,0018 | < 0,000788 | 0,00795 ± 0,00146 |
| BP02 | 16/025908 | 13/05/2016 | 0,0247 ± 0,0128 | < 0,117 | 0,0246 ± 0,0044 | - | - | - |
| BP02 | 16/060502 | 28/11/2016 | 0,0327 ± 0,0124 | 0,103 ± 0,058 | 0,0402 ± 0,0058 | 0,0166 ± 0,0019 | 0,000273 ± 0,000203 | 0,00839 ± 0,00113 |
| BP03 | 16/025909 | 13/05/2016 | < 0,0187 | < 0,121 | 0,0188 ± 0,0038 | - | - | - |
| BP03 | 16/058407 | 09/11/2016 | < 0,0409 | < 0,0195 | 0,0137 ± 0,0039 | 0,0145 ± 0,0017 | 0,000378 ± 0,000247 | 0,0097 ± 0,00123 |
| BP04 | 16/025910 | 13/05/2016 | 0,0181 ± 0,0117 | < 0,116 | 0,0226 ± 0,0043 | - | - | - |
| BP04 | 16/058408 | 09/11/2016 | < 0,0381 | < 0,155 | 0,0464 ± 0,0066 | 0,0172 ± 0,0017 | 0,000523 ± 0,000179 | 0,0106 ± 0,0012 |
| BP05 | 16/025244 | 10/05/2016 | < 0,0180 | < 0,116 | 0,00557 ± 0,0027 | - | - | - |
| BP05 | 16/058007 | 08/11/2016 | < 0,0202 | < 0,135 | 0,0281 ± 0,0045 | 0,0209 ± 0,0021 | 0,000465 ± 0,00018 | 0,00902 ± 0,00107 |
| BP06 | 16/025245 | 10/05/2016 | 0,0159 ± 0,0115 | < 0,113 | 0,00768 ± 0,00297 | - | - | - |
| BP06 | 16/058009 | 08/11/2016 | 0,0556 ± 0,0171 | 0,130 ± 0,066 | 0,0419 ± 0,0071 | 0,0209 ± 0,0023 | 0,000629 ± 0,000257 | 0,0105 ± 0,0013 |

Tabella A 3 Risultati delle misure sui campioni di cereali (Bq/kg).

| Punto | Campione | Data | U-234 | U-235 | U-238 |
|-------|-----------|------------|-------------------|-----------|-------------------|
| BC01 | 16/033559 | 22/06/2016 | 0,00535 ± 0,00168 | < 0,00133 | 0,00242 ± 0,00116 |
| BC02 | 16/043536 | 23/08/2016 | 0,0105 ± 0,0022 | < 0,00113 | 0,00957 ± 0,00207 |
| BC03 | 16/033569 | 22/06/2016 | 0,00350 ± 0,00157 | < 0,00156 | 0,00298 ± 0,00120 |
| BC04 | 16/033571 | 22/06/2016 | 0,0156 ± 0,0032 | < 0,00167 | 0,0141 ± 0,0031 |

Tabella A 4 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 | Data | U-234 | U-235 | U-238 | Arricchimento |
|-------|-----------|------------|------------|---------------|------------|---------------|
| BS01 | 16/020836 | 15/04/2016 | 16,5 ± 2,0 | 0,779 ± 0,297 | 16,5 ± 2,0 | 0,73% ± 0,29% |
| BS02 | 16/020837 | 15/04/2016 | 16,2 ± 2,2 | 0,633 ± 0,377 | 15,6 ± 2,1 | 0,63% ± 0,38% |
| BS03 | 16/020838 | 15/04/2016 | 18,3 ± 3,1 | 0,848 ± 0,604 | 20,9 ± 3,4 | 0,63% ± 0,46% |
| BS04 | 16/020841 | 15/04/2016 | 18,8 ± 1,8 | 0,598 ± 0,160 | 17,2 ± 1,6 | 0,54% ± 0,15% |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

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

| Punto | Campione | Data | U-234 | U-235 | U-238 | Arricchimento |
|-------|-----------|------------|------------|-------------|------------|---------------|
| BC01 | 16/033552 | 22/06/2016 | 25,4 ± 2,4 | 1,24 ± 0,28 | 26,8 ± 2,5 | 0,71% ± 0,17% |
| BC02 | 16/043537 | 23/08/2016 | 30,2 ± 2,9 | 1,48 ± 0,33 | 31,4 ± 3,0 | 0,73% ± 0,18% |
| BC03 | 16/033565 | 22/06/2016 | 28,6 ± 2,8 | 1,49 ± 0,34 | 29,8 ± 2,9 | 0,77% ± 0,19% |
| BC04 | 16/033570 | 22/06/2016 | 22,4 ± 2,2 | 1,09 ± 0,28 | 23,7 ± 2,3 | 0,71% ± 0,19% |

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

| Punto | Campione | Data | Alfa totale | Beta totale | Attinidi totali |
|-------|-----------|------------|-------------|----------------|-------------------|
| BF01 | 16/020698 | 14/04/2016 | < 0,0542 | < 0,349 | 0,0179 ± 0,0040 |
| BF01 | 16/052008 | 05/10/2016 | < 0,0194 | 0,287 ± 0,0036 | 0,0059 ± 0,0036 |
| BF02 | 16/020704 | 14/04/2016 | < 0,0553 | < 0,395 | 0,00879 ± 0,00326 |
| BF02 | 16/052014 | 05/10/2016 | < 0,0222 | 0,309 ± 0,078 | 0,00960 ± 0,00258 |
| BF03 | 16/020700 | 14/04/2016 | < 0,0529 | 0,273 ± 0,209 | 0,0148 ± 0,0036 |
| BF03 | 16/052020 | 05/10/2016 | < 0,0196 | 0,249 ± 0,047 | 0,00848 ± 0,00305 |

Tabella A 7 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti (Bq/kg).
L'arricchimento dell'uranio naturale è pari a 0,72%.

| Punto | Campione | Data | U-234 | U-235 | U-238 | Arricchimento |
|-------|-----------|------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| BF01 | 16/020699 | 14/04/2016 | 8,40 ± 1,15 | 0,399 ± 0,237 | 7,74 ± 1,08 | 0,80% ± 0,49% |
| BF01 | 16/052011 | 05/10/2016 | 12,6 ± 1,4 | 0,639 ± 0,236 | 13,4 ± 1,5 | 0,74% ± 0,28% |
| BF02 | 16/020705 | 14/04/2016 | 9,02 ± 1,07 | 0,433 ± 0,190 | 8,80 ± 1,05 | 0,76% ± 0,35% |
| BF02 | 16/028509 | 30/05/2016 | 14,8 ± 1,6 | 0,852 ± 0,277 | 15,9 ± 1,7 | 0,83% ± 0,28% |
| BF02 | 16/052017 | 05/10/2016 | 14,2 ± 1,4 | 0,601 ± 0,204 | 15,6 ± 1,6 | 0,60% ± 0,21% |
| BF03 | 16/020701 | 14/04/2016 | 14,4 ± 1,6 | 0,676 ± 0,229 | 13,7 ± 1,5 | 0,76% ± 0,27% |
| BF03 | 16/052023 | 05/10/2016 | 24,6 ± 2,4 | 0,846 ± 0,263 | 26,2 ± 2,5 | 0,50% ± 0,16% |

Tabella A 8 Risultati delle misure sui campioni compositi mensili di particolato atmosferico (Bq/m³).

| Punto | Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Cs-137 | Be-7 |
|-------|-----------|----------------------|--------------------|------------|-------------------|
| BA01 | 16/009036 | 01/01/2016 | 01/02/2016 | < 3,84E-05 | 0,00366 ± 0,00064 |
| BA01 | 16/014842 | 01/02/2016 | 01/03/2016 | < 1,58E-05 | 0,00293 ± 0,00047 |
| BA01 | 16/020828 | 01/03/2016 | 01/04/2016 | < 1,97E-05 | 0,00455 ± 0,00076 |
| BA01 | 16/031990 | 01/04/2016 | 01/05/2016 | < 5,42E-05 | 0,00567 ± 0,00088 |
| BA01 | 16/025914 | 01/04/2016 | 01/05/2016 | < 6,40E-05 | 0,00630 ± 0,00077 |
| BA01 | 16/031011 | 01/05/2016 | 01/06/2016 | < 5,58E-05 | 0,00533 ± 0,00056 |
| BA01 | 16/036515 | 01/06/2016 | 01/07/2016 | < 5,56E-05 | 0,00534 ± 0,00055 |
| BA01 | 16/043684 | 01/07/2016 | 01/08/2016 | < 5,51E-05 | 0,00847 ± 0,00084 |
| BA01 | 16/047932 | 01/08/2016 | 01/09/2016 | < 6,23E-05 | 0,00912 ± 0,00103 |
| BA01 | 16/054078 | 01/09/2016 | 01/10/2016 | < 4,38E-05 | 0,00808 ± 0,00073 |
| BA01 | 16/060129 | 01/10/2016 | 01/11/2016 | < 1,84E-05 | 0,00393 ± 0,00094 |
| BA01 | 16/063055 | 01/11/2016 | 01/12/2016 | < 2,09E-05 | 0,00440 ± 0,00070 |
| BA01 | 17/003950 | 01/12/2016 | 01/01/2017 | < 6,99E-05 | 0,00521 ± 0,00071 |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Tabella A 9 Risultati delle misure sui filtri giornalieri di particolato atmosferico (Bq/m³).

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/002016 | 01/01/2016 | 02/01/2016 | 0,000115 ± 0,000040 | 0,00277 ± 0,00027 |
| BA01 | 16/002017 | 02/01/2016 | 03/01/2016 | < 0,0000788 | 0,00189 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/002018 | 03/01/2016 | 04/01/2016 | 0,0000840 ± 0,0000368 | 0,00192 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/002019 | 04/01/2016 | 05/01/2016 | < 0,0000859 | 0,00161 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/002305 | 05/01/2016 | 06/01/2016 | 0,000122 ± 0,000042 | 0,00270 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/002306 | 06/01/2016 | 07/01/2016 | 0,0000876 ± 0,0000386 | 0,00222 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/002462 | 07/01/2016 | 08/01/2016 | 0,000136 ± 0,000041 | 0,00264 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/002525 | 08/01/2016 | 09/01/2016 | < 0,0000824 | 0,00313 ± 0,00030 |
| BA01 | 16/002526 | 09/01/2016 | 10/01/2016 | 0,000165 ± 0,000046 | 0,00289 ± 0,00028 |
| BA01 | 16/002672 | 10/01/2016 | 11/01/2016 | 0,0000998 ± 0,0000431 | 0,00326 ± 0,00031 |
| BA01 | 16/002673 | 11/01/2016 | 12/01/2016 | 0,0000745 ± 0,0000386 | 0,00129 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/003593 | 12/01/2016 | 13/01/2016 | 0,0000473 ± 0,0000353 | < 0,000252 |
| BA01 | 16/003594 | 13/01/2016 | 14/01/2016 | < 0,0000711 | 0,000456 ± 0,000151 |
| BA01 | 16/003595 | 14/01/2016 | 15/01/2016 | 0,0000831 ± 0,0000364 | 0,00128 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/003596 | 15/01/2016 | 16/01/2016 | < 0,000082 | 0,000497 ± 0,000162 |
| BA01 | 16/003597 | 16/01/2016 | 17/01/2016 | < 0,0000774 | 0,000475 ± 0,00015 |
| BA01 | 16/003599 | 17/01/2016 | 18/01/2016 | 0,0000705 ± 0,0000353 | 0,000602 ± 0,000155 |
| BA01 | 16/003600 | 18/01/2016 | 19/01/2016 | 0,000101 ± 0,000053 | 0,00131 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/005599 | 19/01/2016 | 20/01/2016 | 0,0000971 ± 0,0000387 | 0,00195 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/005601 | 20/01/2016 | 21/01/2016 | 0,000136 ± 0,000041 | 0,00256 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/005603 | 21/01/2016 | 22/01/2016 | 0,000280 ± 0,000068 | 0,00326 ± 0,00032 |
| BA01 | 16/005605 | 22/01/2016 | 23/01/2016 | 0,000177 ± 0,000046 | 0,00387 ± 0,00034 |
| BA01 | 16/005606 | 23/01/2016 | 24/01/2016 | 0,000152 ± 0,000043 | 0,00374 ± 0,00033 |
| BA01 | 16/005608 | 24/01/2016 | 25/01/2016 | 0,000152 ± 0,000042 | 0,00451 ± 0,00039 |
| BA01 | 16/005610 | 25/01/2016 | 26/01/2016 | < 0,0000865 | 0,00195 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/006463 | 26/01/2016 | 27/01/2016 | 0,0000894 ± 0,0000385 | 0,00166 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/006464 | 27/01/2016 | 28/01/2016 | 0,000193 ± 0,000046 | 0,00314 ± 0,00030 |
| BA01 | 16/006465 | 28/01/2016 | 29/01/2016 | 0,0000828 ± 0,0000510 | 0,00310 ± 0,00030 |
| BA01 | 16/006466 | 29/01/2016 | 30/01/2016 | 0,000175 ± 0,000046 | 0,00261 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/006467 | 30/01/2016 | 31/01/2016 | 0,000140 ± 0,000043 | 0,00344 ± 0,00031 |
| BA01 | 16/006469 | 31/01/2016 | 01/02/2016 | 0,0000984 ± 0,0000377 | 0,00185 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/006471 | 01/02/2016 | 02/02/2016 | 0,000152 ± 0,000057 | 0,00161 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/007769 | 02/02/2016 | 03/02/2016 | 0,0000667 ± 0,0000401 | 0,00208 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/007770 | 03/02/2016 | 04/02/2016 | 0,0000665 ± 0,0000367 | 0,00131 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/007771 | 04/02/2016 | 05/02/2016 | < 0,0000637 | 0,000547 ± 0,000154 |
| BA01 | 16/007772 | 05/02/2016 | 06/02/2016 | 0,0000648 ± 0,0000352 | 0,00102 ± 0,00017 |
| BA01 | 16/007773 | 06/02/2016 | 07/02/2016 | 0,000118 ± 0,000053 | 0,00147 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/007774 | 07/02/2016 | 08/02/2016 | 0,0000750 ± 0,0000362 | 0,000895 ± 0,000167 |
| BA01 | 16/007776 | 08/02/2016 | 09/02/2016 | 0,000232 ± 0,000063 | 0,000928 ± 0,000182 |
| BA01 | 16/008975 | 09/02/2016 | 10/02/2016 | 0,0000698 ± 0,000043 | 0,00103 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/008976 | 10/02/2016 | 11/02/2016 | < 0,0000594 | < 0,000296 |
| BA01 | 16/008977 | 11/02/2016 | 12/02/2016 | < 0,0000638 | 0,000594 ± 0,000155 |
| BA01 | 16/008978 | 12/02/2016 | 13/02/2016 | 0,0000538 ± 0,0000357 | 0,000787 ± 0,000165 |
| BA01 | 16/008980 | 13/02/2016 | 14/02/2016 | 0,0000690 ± 0,0000390 | 0,00123 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/008982 | 14/02/2016 | 15/02/2016 | < 0,0000839 | 0,00134 ± 0,00019 |

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/008983 | 15/02/2016 | 16/02/2016 | 0,0000620 ± 0,0000366 | 0,000958 ± 0,000171 |
| BA01 | 16/008984 | 16/02/2016 | 17/02/2016 | < 0,0000605 | 0,000284 ± 0,000152 |
| BA01 | 16/011651 | 17/02/2016 | 18/02/2016 | < 0,0000725 | 0,000386 ± 0,00015 |
| BA01 | 16/011652 | 18/02/2016 | 19/02/2016 | < 0,0000824 | 0,000669 ± 0,000168 |
| BA01 | 16/011653 | 19/02/2016 | 20/02/2016 | < 0,0000703 | 0,000836 ± 0,000163 |
| BA01 | 16/011654 | 20/02/2016 | 21/02/2016 | 0,0000853 ± 0,0000368 | 0,000925 ± 0,000168 |
| BA01 | 16/011655 | 21/02/2016 | 22/02/2016 | < 0,0000833 | 0,000626 ± 0,000168 |
| BA01 | 16/011656 | 22/02/2016 | 23/02/2016 | 0,0000767 ± 0,000037 | 0,00111 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/011657 | 23/02/2016 | 24/02/2016 | < 0,0000836 | 0,000917 ± 0,000179 |
| BA01 | 16/013301 | 24/02/2016 | 25/02/2016 | < 0,0000809 | 0,00112 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/013302 | 25/02/2016 | 26/02/2016 | < 0,0000777 | 0,000863 ± 0,000165 |
| BA01 | 16/013303 | 26/02/2016 | 27/02/2016 | < 0,0000807 | 0,000991 ± 0,00017 |
| BA01 | 16/013304 | 27/02/2016 | 28/02/2016 | < 0,0000637 | 0,000319 ± 0,000145 |
| BA01 | 16/013306 | 28/02/2016 | 29/02/2016 | < 0,0000613 | 0,000290 ± 0,000156 |
| BA01 | 16/013307 | 29/02/2016 | 01/03/2016 | < 0,0000658 | 0,000315 ± 0,000157 |
| BA01 | 16/006467 | 30/01/2016 | 31/01/2016 | 0,000140 ± 0,000043 | 0,00344 ± 0,00031 |
| BA01 | 16/006469 | 31/01/2016 | 01/02/2016 | 0,0000984 ± 0,0000377 | 0,00185 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/006471 | 01/02/2016 | 02/02/2016 | 0,000152 ± 0,000057 | 0,00161 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/007769 | 02/02/2016 | 03/02/2016 | 0,0000667 ± 0,0000401 | 0,00208 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/007770 | 03/02/2016 | 04/02/2016 | 0,0000665 ± 0,0000367 | 0,00131 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/007771 | 04/02/2016 | 05/02/2016 | < 0,0000637 | 0,000547 ± 0,000154 |
| BA01 | 16/007772 | 05/02/2016 | 06/02/2016 | 0,0000648 ± 0,0000352 | 0,00102 ± 0,00017 |
| BA01 | 16/007773 | 06/02/2016 | 07/02/2016 | 0,000118 ± 0,000053 | 0,00147 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/007774 | 07/02/2016 | 08/02/2016 | 0,0000750 ± 0,0000362 | 0,000895 ± 0,000167 |
| BA01 | 16/007776 | 08/02/2016 | 09/02/2016 | 0,000232 ± 0,000063 | 0,000928 ± 0,000182 |
| BA01 | 16/008975 | 09/02/2016 | 10/02/2016 | 0,0000698 ± 0,000043 | 0,00103 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/008976 | 10/02/2016 | 11/02/2016 | < 0,0000594 | < 0,000296 |
| BA01 | 16/008977 | 11/02/2016 | 12/02/2016 | < 0,0000638 | 0,000594 ± 0,000155 |
| BA01 | 16/008978 | 12/02/2016 | 13/02/2016 | 0,0000538 ± 0,0000357 | 0,000787 ± 0,000165 |
| BA01 | 16/008980 | 13/02/2016 | 14/02/2016 | 0,0000690 ± 0,0000390 | 0,00123 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/008982 | 14/02/2016 | 15/02/2016 | < 0,0000839 | 0,00134 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/008983 | 15/02/2016 | 16/02/2016 | 0,0000620 ± 0,0000366 | 0,000958 ± 0,000171 |
| BA01 | 16/008984 | 16/02/2016 | 17/02/2016 | < 0,0000605 | 0,000284 ± 0,000152 |
| BA01 | 16/011651 | 17/02/2016 | 18/02/2016 | < 0,0000725 | 0,000386 ± 0,000150 |
| BA01 | 16/011652 | 18/02/2016 | 19/02/2016 | < 0,0000824 | 0,000669 ± 0,000168 |
| BA01 | 16/011653 | 19/02/2016 | 20/02/2016 | < 0,0000703 | 0,000836 ± 0,000163 |
| BA01 | 16/011654 | 20/02/2016 | 21/02/2016 | 0,0000853 ± 0,0000368 | 0,000925 ± 0,000168 |
| BA01 | 16/011655 | 21/02/2016 | 22/02/2016 | < 0,0000833 | 0,000626 ± 0,000168 |
| BA01 | 16/011656 | 22/02/2016 | 23/02/2016 | 0,0000767 ± 0,0000370 | 0,00111 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/011657 | 23/02/2016 | 24/02/2016 | < 0,0000836 | 0,000917 ± 0,000179 |
| BA01 | 16/013301 | 24/02/2016 | 25/02/2016 | < 0,0000809 | 0,00112 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/013302 | 25/02/2016 | 26/02/2016 | < 0,0000777 | 0,000863 ± 0,000165 |
| BA01 | 16/013303 | 26/02/2016 | 27/02/2016 | < 0,0000807 | 0,000991 ± 0,00017 |
| BA01 | 16/013304 | 27/02/2016 | 28/02/2016 | < 0,0000637 | 0,000319 ± 0,000145 |
| BA01 | 16/013306 | 28/02/2016 | 29/02/2016 | < 0,0000613 | 0,000290 ± 0,000156 |
| BA01 | 16/013307 | 29/02/2016 | 01/03/2016 | < 0,0000658 | 0,000315 ± 0,000157 |
| BA01 | 16/013308 | 01/03/2016 | 02/03/2016 | < 0,0000646 | 0,000723 ± 0,000160 |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/013309 | 02/03/2016 | 03/03/2016 | < 0,0000983 | 0,000476 ± 0,000197 |
| BA01 | 16/013959 | 03/03/2016 | 04/03/2016 | < 0,0000705 | < 0,000323 |
| BA01 | 16/013961 | 04/03/2016 | 05/03/2016 | < 0,0000847 | < 0,000270 |
| BA01 | 16/013962 | 05/03/2016 | 06/03/2016 | 0,0000551 ± 0,0000343 | 0,000267 ± 0,000146 |
| BA01 | 16/013963 | 06/03/2016 | 07/03/2016 | 0,0000537 ± 0,0000347 | 0,000386 ± 0,000149 |
| BA01 | 16/013964 | 07/03/2016 | 08/03/2016 | 0,000124 ± 0,000054 | 0,000701 ± 0,000170 |
| BA01 | 16/013965 | 08/03/2016 | 09/03/2016 | < 0,0000631 | 0,00124 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/014487 | 09/03/2016 | 10/03/2016 | < 0,0000756 | 0,000801 ± 0,000163 |
| BA01 | 16/014488 | 10/03/2016 | 11/03/2016 | 0,0000476 ± 0,0000347 | 0,00109 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/014489 | 11/03/2016 | 12/03/2016 | 0,000194 ± 0,000059 | 0,00120 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/014490 | 12/03/2016 | 13/03/2016 | 0,0000642 ± 0,0000382 | 0,00133 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/014491 | 13/03/2016 | 14/03/2016 | < 0,0000652 | 0,00108 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/014492 | 14/03/2016 | 15/03/2016 | 0,0000580 ± 0,0000406 | 0,00124 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/015411 | 15/03/2016 | 16/03/2016 | < 0,0000710 | 0,000853 ± 0,000172 |
| BA01 | 16/015412 | 16/03/2016 | 17/03/2016 | < 0,0000583 | 0,000373 ± 0,000148 |
| BA01 | 16/015413 | 17/03/2016 | 18/03/2016 | < 0,0000710 | 0,000906 ± 0,000166 |
| BA01 | 16/015414 | 18/03/2016 | 19/03/2016 | < 0,0000649 | 0,00118 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/015415 | 19/03/2016 | 20/03/2016 | < 0,0000614 | 0,00104 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/015416 | 20/03/2016 | 21/03/2016 | < 0,0000657 | 0,00128 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/015417 | 21/03/2016 | 22/03/2016 | < 0,0000702 | 0,00146 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/016805 | 22/03/2016 | 23/03/2016 | 0,000074 ± 0,0000369 | 0,00132 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/016806 | 23/03/2016 | 24/03/2016 | < 0,0000796 | 0,00122 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/016807 | 24/03/2016 | 25/03/2016 | 0,000412 ± 0,000081 | 0,00101 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/016808 | 25/03/2016 | 26/03/2016 | < 0,0000562 | 0,000782 ± 0,000163 |
| BA01 | 16/016810 | 26/03/2016 | 27/03/2016 | < 0,0000775 | 0,00116 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/016811 | 27/03/2016 | 28/03/2016 | 0,000342 ± 0,000073 | 0,000667 ± 0,000174 |
| BA01 | 16/016812 | 28/03/2016 | 29/03/2016 | < 0,0000629 | 0,000464 ± 0,000167 |
| BA01 | 16/018147 | 29/03/2016 | 30/03/2016 | < 0,0000719 | 0,000555 ± 0,000165 |
| BA01 | 16/018148 | 30/03/2016 | 31/03/2016 | 0,0000476 ± 0,0000362 | 0,000759 ± 0,000164 |
| BA01 | 16/018150 | 31/03/2016 | 01/04/2016 | < 0,0000878 | 0,00105 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/018151 | 01/04/2016 | 02/04/2016 | < 0,0000888 | 0,00125 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/018153 | 02/04/2016 | 03/04/2016 | 0,0000889 ± 0,0000403 | 0,00157 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/018154 | 03/04/2016 | 04/04/2016 | 0,000107 ± 0,000045 | 0,00208 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/018156 | 04/04/2016 | 05/04/2016 | 0,000129 ± 0,000049 | 0,00184 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/019181 | 05/04/2016 | 06/04/2016 | 0,000118 ± 0,000043 | 0,00182 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/019182 | 06/04/2016 | 07/04/2016 | 0,000114 ± 0,000045 | 0,00188 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/019183 | 07/04/2016 | 08/04/2016 | 0,000137 ± 0,000044 | 0,00155 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/019184 | 08/04/2016 | 09/04/2016 | 0,000134 ± 0,000045 | 0,00223 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/019185 | 09/04/2016 | 10/04/2016 | < 0,0000669 | 0,000736 ± 0,000164 |
| BA01 | 16/019186 | 10/04/2016 | 11/04/2016 | < 0,0000705 | 0,000691 ± 0,00017 |
| BA01 | 16/021313 | 11/04/2016 | 12/04/2016 | 0,0000567 ± 0,0000364 | 0,000572 ± 0,000169 |
| BA01 | 16/021314 | 12/04/2016 | 13/04/2016 | 0,0000776 ± 0,0000385 | 0,000838 ± 0,000168 |
| BA01 | 16/021317 | 13/04/2016 | 14/04/2016 | 0,0000578 ± 0,0000391 | 0,000607 ± 0,000164 |
| BA01 | 16/021320 | 14/04/2016 | 15/04/2016 | < 0,0000627 | 0,000251 ± 0,000154 |
| BA01 | 16/021322 | 15/04/2016 | 16/04/2016 | < 0,0000630 | 0,000428 ± 0,000163 |
| BA01 | 16/021325 | 16/04/2016 | 17/04/2016 | < 0,0000678 | 0,000665 ± 0,000172 |
| BA01 | 16/021329 | 17/04/2016 | 18/04/2016 | 0,0000692 ± 0,0000369 | 0,000236 ± 0,000154 |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/021331 | 18/04/2016 | 19/04/2016 | < 0,0000636 | 0,000657 ± 0,000165 |
| BA01 | 16/022092 | 19/04/2016 | 20/04/2016 | < 0,0000628 | 0,000494 ± 0,000160 |
| BA01 | 16/022093 | 20/04/2016 | 21/04/2016 | 0,0000729 ± 0,0000375 | 0,000806 ± 0,000174 |
| BA01 | 16/022094 | 21/04/2016 | 22/04/2016 | 0,0000716 ± 0,0000377 | 0,00120 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/022095 | 22/04/2016 | 23/04/2016 | 0,0000654 ± 0,0000397 | 0,00107 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/022097 | 23/04/2016 | 24/04/2016 | < 0,0000630 | 0,000894 ± 0,000173 |
| BA01 | 16/022098 | 24/04/2016 | 25/04/2016 | < 0,0000629 | < 0,000337 |
| BA01 | 16/022100 | 25/04/2016 | 26/04/2016 | < 0,0000663 | 0,000384 ± 0,000166 |
| BA01 | 16/023453 | 26/04/2016 | 27/04/2016 | < 0,0000698 | 0,000639 ± 0,000165 |
| BA01 | 16/023456 | 27/04/2016 | 28/04/2016 | < 0,0000777 | 0,000667 ± 0,000171 |
| BA01 | 16/023460 | 28/04/2016 | 29/04/2016 | 0,0000673 ± 0,000037 | 0,000783 ± 0,000164 |
| BA01 | 16/023461 | 29/04/2016 | 30/04/2016 | 0,0000731 ± 0,0000399 | 0,000918 ± 0,000171 |
| BA01 | 16/023465 | 30/04/2016 | 01/05/2016 | < 0,0000799 | 0,000786 ± 0,000167 |
| BA01 | 16/023467 | 01/05/2016 | 02/05/2016 | < 0,0000618 | 0,000443 ± 0,00016 |
| BA01 | 16/023474 | 02/05/2016 | 03/05/2016 | < 0,0000671 | 0,000289 ± 0,00016 |
| BA01 | 16/025236 | 03/05/2016 | 04/05/2016 | < 0,0000673 | 0,000729 ± 0,000173 |
| BA01 | 16/025238 | 04/05/2016 | 05/05/2016 | 0,0000544 ± 0,0000352 | 0,000846 ± 0,000170 |
| BA01 | 16/025239 | 05/05/2016 | 06/05/2016 | < 0,0000618 | 0,000803 ± 0,000166 |
| BA01 | 16/025240 | 06/05/2016 | 07/05/2016 | 0,0000643 ± 0,0000392 | 0,00120 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/025241 | 07/05/2016 | 08/05/2016 | < 0,0000731 | 0,00147 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/025242 | 08/05/2016 | 09/05/2016 | 0,0000652 ± 0,0000364 | 0,00134 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/025243 | 09/05/2016 | 10/05/2016 | 0,0000715 ± 0,0000389 | 0,00147 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/026668 | 10/05/2016 | 11/05/2016 | 0,000132 ± 0,000045 | 0,00128 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/026670 | 11/05/2016 | 12/05/2016 | < 0,0000665 | 0,000264 ± 0,000154 |
| BA01 | 16/026671 | 12/05/2016 | 13/05/2016 | < 0,0000679 | 0,000458 ± 0,000159 |
| BA01 | 16/026673 | 13/05/2016 | 14/05/2016 | < 0,0000797 | 0,000297 ± 0,000158 |
| BA01 | 16/026674 | 14/05/2016 | 15/05/2016 | < 0,0000681 | 0,000260 ± 0,000163 |
| BA01 | 16/026675 | 15/05/2016 | 16/05/2016 | < 0,0000765 | 0,000640 ± 0,000169 |
| BA01 | 16/026676 | 16/05/2016 | 17/05/2016 | < 0,0000666 | 0,00107 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/026677 | 17/05/2016 | 18/05/2016 | < 0,0000688 | 0,000921 ± 0,000180 |
| BA01 | 16/027802 | 18/05/2016 | 19/05/2016 | 0,0000737 ± 0,0000392 | 0,00113 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/027804 | 19/05/2016 | 20/05/2016 | < 0,0000670 | 0,000261 ± 0,000154 |
| BA01 | 16/027806 | 20/05/2016 | 21/05/2016 | < 0,0000664 | 0,000400 ± 0,000156 |
| BA01 | 16/027808 | 21/05/2016 | 22/05/2016 | < 0,0000659 | 0,000566 ± 0,000162 |
| BA01 | 16/027811 | 22/05/2016 | 23/05/2016 | 0,0000497 ± 0,000037 | 0,000982 ± 0,000177 |
| BA01 | 16/027813 | 23/05/2016 | 24/05/2016 | < 0,0000675 | < 0,000263 |
| BA01 | 16/028664 | 24/05/2016 | 25/05/2016 | < 0,0000626 | 0,000329 ± 0,00016 |
| BA01 | 16/028666 | 25/05/2016 | 26/05/2016 | < 0,0000602 | 0,000416 ± 0,000158 |
| BA01 | 16/028668 | 26/05/2016 | 27/05/2016 | < 0,0000679 | 0,000748 ± 0,000167 |
| BA01 | 16/028670 | 27/05/2016 | 28/05/2016 | 0,0000746 ± 0,0000382 | 0,00118 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/028673 | 28/05/2016 | 29/05/2016 | 0,000100 ± 0,000045 | 0,00124 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/028676 | 29/05/2016 | 30/05/2016 | < 0,0000616 | 0,000375 ± 0,000163 |
| BA01 | 16/028680 | 30/05/2016 | 31/05/2016 | < 0,0000678 | 0,000289 ± 0,000157 |
| BA01 | 16/029342 | 31/05/2016 | 01/06/2016 | < 0,0000660 | 0,000360 ± 0,000157 |
| BA01 | 16/029344 | 01/06/2016 | 02/06/2016 | < 0,0000611 | 0,000410 ± 0,000157 |
| BA01 | 16/029345 | 02/06/2016 | 03/06/2016 | < 0,0000707 | 0,000585 ± 0,000169 |
| BA01 | 16/029346 | 03/06/2016 | 04/06/2016 | < 0,0000667 | 0,000751 ± 0,000167 |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/029347 | 04/06/2016 | 05/06/2016 | < 0,0000699 | 0,000773 ± 0,000178 |
| BA01 | 16/029348 | 05/06/2016 | 06/06/2016 | < 0,0000634 | 0,00108 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/029349 | 06/06/2016 | 07/06/2016 | < 0,0000699 | 0,00111 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/031195 | 07/06/2016 | 08/06/2016 | 0,0000569 ± 0,0000374 | 0,00134 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/031197 | 08/06/2016 | 09/06/2016 | 0,0000576 ± 0,0000372 | 0,00131 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/031200 | 09/06/2016 | 10/06/2016 | < 0,0000642 | 0,000618 ± 0,000169 |
| BA01 | 16/031202 | 10/06/2016 | 11/06/2016 | < 0,0000833 | 0,00109 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/031204 | 11/06/2016 | 12/06/2016 | < 0,0000644 | 0,00111 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/031205 | 12/06/2016 | 13/06/2016 | < 0,0000648 | 0,000742 ± 0,000174 |
| BA01 | 16/031206 | 13/06/2016 | 14/06/2016 | 0,0000633 ± 0,0000405 | 0,000775 ± 0,000178 |
| BA01 | 16/034143 | 21/06/2016 | 22/06/2016 | < 0,0000705 | 0,00083 ± 0,000161 |
| BA01 | 16/034145 | 22/06/2016 | 23/06/2016 | < 0,0000723 | 0,00117 ± 0,00017 |
| BA01 | 16/034146 | 22/06/2016 | 24/06/2016 | 0,0000798 ± 0,00004 | 0,00187 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/034148 | 24/06/2016 | 25/06/2016 | < 0,0000849 | 0,00220 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/034150 | 25/06/2016 | 26/06/2016 | 0,0000518 ± 0,000039 | 0,00142 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/034151 | 26/06/2016 | 27/06/2016 | < 0,0000806 | 0,00157 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/034153 | 27/06/2016 | 28/06/2016 | < 0,0000775 | 0,000995 ± 0,000218 |
| BA01 | 16/035093 | 28/06/2016 | 29/06/2016 | < 0,0000704 | 0,00124 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/035095 | 29/06/2016 | 30/06/2016 | < 0,0000873 | 0,00170 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/035097 | 30/06/2016 | 01/07/2016 | 0,0000559 ± 0,0000381 | 0,00138 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/035098 | 01/07/2016 | 02/07/2016 | < 0,0000841 | 0,00187 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/035100 | 02/07/2016 | 03/07/2016 | 0,0000858 ± 0,0000389 | 0,00165 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/035102 | 03/07/2016 | 04/07/2016 | < 0,0000744 | 0,00104 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/035103 | 04/07/2016 | 05/07/2016 | < 0,0000742 | 0,00111 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/036131 | 05/07/2016 | 06/07/2016 | < 0,0000859 | 0,00194 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/036133 | 06/07/2016 | 07/07/2016 | 0,0000572 ± 0,0000382 | 0,00180 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/036134 | 07/07/2016 | 08/07/2016 | 0,0000895 ± 0,0000386 | 0,00240 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/036136 | 08/07/2016 | 09/07/2016 | 0,0000563 ± 0,0000370 | 0,00197 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/036137 | 09/07/2016 | 10/07/2016 | 0,0000637 ± 0,0000389 | 0,00226 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/036140 | 10/07/2016 | 11/07/2016 | 0,0000907 ± 0,0000380 | 0,00237 ± 0,00025 |
| BA01 | 16/036142 | 11/07/2016 | 12/07/2016 | 0,0000727 ± 0,0000405 | 0,00227 ± 0,00025 |
| BA01 | 16/037339 | 12/07/2016 | 13/07/2016 | < 0,0000917 | 0,00219 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/037341 | 13/07/2016 | 14/07/2016 | < 0,0000678 | 0,000745 ± 0,000166 |
| BA01 | 16/037342 | 14/07/2016 | 15/07/2016 | < 0,0000651 | 0,000381 ± 0,000157 |
| BA01 | 16/037343 | 15/07/2016 | 16/07/2016 | < 0,0000685 | 0,000910 ± 0,000173 |
| BA01 | 16/037344 | 16/07/2016 | 17/07/2016 | < 0,0000683 | 0,000333 ± 0,000163 |
| BA01 | 16/037345 | 17/07/2016 | 18/07/2016 | 0,0000559 ± 0,0000368 | 0,00103 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/037346 | 18/07/2016 | 19/07/2016 | < 0,0000703 | 0,00126 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/038705 | 19/07/2016 | 20/07/2016 | 0,0000779 ± 0,0000393 | 0,00163 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/038707 | 20/07/2016 | 21/07/2016 | 0,0000670 ± 0,0000415 | 0,00205 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/038709 | 21/07/2016 | 22/07/2016 | 0,0000677 ± 0,0000385 | 0,00136 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/038711 | 22/07/2016 | 23/07/2016 | 0,0000543 ± 0,0000367 | 0,00154 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/038712 | 23/07/2016 | 24/07/2016 | 0,0000542 ± 0,0000372 | 0,00136 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/038714 | 24/07/2016 | 25/07/2016 | 0,0000777 ± 0,0000373 | 0,00186 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/040630 | 25/07/2016 | 26/07/2016 | 0,000146 ± 0,000048 | 0,00191 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/040631 | 26/07/2016 | 27/07/2016 | 0,000158 ± 0,000049 | 0,00214 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/040632 | 27/07/2016 | 28/07/2016 | 0,000183 ± 0,000049 | 0,00192 ± 0,00023 |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/040633 | 28/07/2016 | 29/07/2016 | 0,000132 ± 0,000048 | 0,00197 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/040634 | 29/07/2016 | 30/07/2016 | 0,000143 ± 0,000045 | 0,00194 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/040636 | 30/07/2016 | 31/07/2016 | 0,000129 ± 0,000045 | 0,00186 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/040637 | 31/07/2016 | 01/08/2016 | 0,0000707 ± 0,0000407 | 0,00138 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/040638 | 01/08/2016 | 02/08/2016 | 0,0000664 ± 0,0000442 | 0,00125 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/041884 | 02/08/2016 | 03/08/2016 | 0,000118 ± 0,000045 | 0,00186 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/041885 | 03/08/2016 | 04/08/2016 | 0,000114 ± 0,000043 | 0,00174 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/041886 | 04/08/2016 | 05/08/2016 | 0,0000610 ± 0,0000424 | 0,00157 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/041887 | 05/08/2016 | 06/08/2016 | < 0,0000768 | 0,000577 ± 0,000171 |
| BA01 | 16/041888 | 06/08/2016 | 07/08/2016 | < 0,000067 | 0,000402 ± 0,000164 |
| BA01 | 16/041890 | 07/08/2016 | 08/08/2016 | < 0,0000699 | 0,000897 ± 0,000176 |
| BA01 | 16/041891 | 08/08/2016 | 09/08/2016 | 0,000113 ± 0,000043 | 0,00122 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/042797 | 09/08/2016 | 10/08/2016 | 0,0000834 ± 0,0000422 | 0,00144 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/042798 | 10/08/2016 | 11/08/2016 | < 0,0000657 | 0,00082 ± 0,000171 |
| BA01 | 16/042799 | 11/08/2016 | 12/08/2016 | 0,0000549 ± 0,0000399 | 0,000656 ± 0,000174 |
| BA01 | 16/042801 | 12/08/2016 | 13/08/2016 | 0,0000974 ± 0,0000389 | 0,000941 ± 0,000183 |
| BA01 | 16/042802 | 13/08/2016 | 14/08/2016 | 0,000105 ± 0,000040 | 0,00127 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/042804 | 14/08/2016 | 15/08/2016 | 0,0000681 ± 0,0000425 | 0,00136 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/042805 | 15/08/2016 | 16/08/2016 | < 0,0000844 | 0,00113 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/043489 | 16/08/2016 | 17/08/2016 | 0,0000767 ± 0,0000437 | 0,00130 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/043490 | 17/08/2016 | 18/08/2016 | 0,0000648 ± 0,000042 | 0,00134 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/043493 | 18/08/2016 | 19/08/2016 | 0,0000928 ± 0,0000449 | 0,00191 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/043494 | 19/08/2016 | 20/08/2016 | 0,0000832 ± 0,0000434 | 0,00231 ± 0,00025 |
| BA01 | 16/043496 | 20/08/2016 | 21/08/2016 | 0,000115 ± 0,000046 | 0,00252 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/043499 | 21/08/2016 | 22/08/2016 | 0,0000719 ± 0,0000422 | 0,00155 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/043500 | 22/08/2016 | 23/08/2016 | < 0,0000738 | 0,000898 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/043939 | 23/08/2016 | 24/08/2016 | < 0,0000732 | 0,00137 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/043942 | 24/08/2016 | 25/08/2016 | 0,0000749 ± 0,0000421 | 0,00132 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/043944 | 25/08/2016 | 26/08/2016 | 0,000110 ± 0,000040 | 0,00135 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/043947 | 26/08/2016 | 27/08/2016 | < 0,0000775 | 0,00162 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/043949 | 27/08/2016 | 28/08/2016 | < 0,0000833 | 0,00186 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/043951 | 28/08/2016 | 29/08/2016 | 0,0000663 ± 0,0000429 | 0,00232 ± 0,00025 |
| BA01 | 16/043954 | 29/08/2016 | 30/08/2016 | < 0,0000729 | 0,00206 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/045921 | 30/08/2016 | 31/08/2016 | 0,0000751 ± 0,0000389 | 0,00193 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/045923 | 31/08/2016 | 01/09/2016 | 0,0000828 ± 0,0000418 | 0,00216 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/045925 | 01/09/2016 | 02/09/2016 | 0,0000869 ± 0,0000424 | 0,00243 ± 0,00025 |
| BA01 | 16/045926 | 02/09/2016 | 03/09/2016 | 0,0000792 ± 0,0000428 | 0,00279 ± 0,00028 |
| BA01 | 16/045928 | 03/09/2016 | 04/09/2016 | 0,000100 ± 0,000040 | 0,00267 ± 0,00028 |
| BA01 | 16/045930 | 04/09/2016 | 05/09/2016 | < 0,0000944 | 0,00313 ± 0,00030 |
| BA01 | 16/045931 | 05/09/2016 | 06/09/2016 | < 0,0000685 | 0,00146 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/046757 | 06/09/2016 | 07/09/2016 | 0,0000502 ± 0,0000366 | 0,000788 ± 0,000171 |
| BA01 | 16/046759 | 07/09/2016 | 08/09/2016 | 0,0000594 ± 0,0000396 | 0,00116 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/046760 | 08/09/2016 | 09/09/2016 | 0,0000884 ± 0,0000423 | 0,00262 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/046762 | 09/09/2016 | 10/09/2016 | 0,000172 ± 0,000050 | 0,00475 ± 0,00042 |
| BA01 | 16/046763 | 10/09/2016 | 11/09/2016 | 0,0000546 ± 0,0000359 | 0,00149 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/046765 | 11/09/2016 | 12/09/2016 | 0,000142 ± 0,000028 | 0,00334 ± 0,00031 |
| BA01 | 16/046766 | 12/09/2016 | 13/09/2016 | 0,000113 ± 0,000049 | 0,00332 ± 0,00032 |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/049063 | 13/09/2016 | 14/09/2016 | 0,0000652 ± 0,0000426 | 0,00332 ± 0,00032 |
| BA01 | 16/049065 | 14/09/2016 | 15/09/2016 | 0,000216 ± 0,000054 | 0,00345 ± 0,00032 |
| BA01 | 16/049067 | 15/09/2016 | 16/09/2016 | 0,0000796 ± 0,0000393 | 0,00118 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/049069 | 16/09/2016 | 17/09/2016 | 0,0000951 ± 0,0000399 | 0,00129 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/049070 | 17/09/2016 | 18/09/2016 | < 0,0000875 | 0,000986 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/049073 | 18/09/2016 | 19/09/2016 | < 0,0000645 | 0,000641 ± 0,000166 |
| BA01 | 16/049076 | 19/09/2016 | 20/09/2016 | 0,0000686 ± 0,0000367 | 0,000863 ± 0,000174 |
| BA01 | 16/050533 | 20/09/2016 | 21/09/2016 | < 0,0000891 | 0,00136 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/050534 | 21/09/2016 | 22/09/2016 | 0,000059 ± 0,0000394 | 0,00115 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/050535 | 22/09/2016 | 23/09/2016 | 0,0000853 ± 0,0000402 | 0,00180 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/050537 | 23/09/2016 | 24/09/2016 | 0,000118 ± 0,000041 | 0,00214 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/050538 | 24/09/2016 | 25/09/2016 | 0,000112 ± 0,000043 | 0,00255 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/050539 | 25/09/2016 | 26/09/2016 | 0,0000999 ± 0,0000403 | 0,00248 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/050540 | 26/09/2016 | 27/09/2016 | 0,000115 ± 0,000044 | 0,00326 ± 0,00030 |
| BA01 | 16/050541 | 27/09/2016 | 28/09/2016 | 0,000138 ± 0,000044 | 0,00361 ± 0,00033 |
| BA01 | 16/051444 | 28/09/2016 | 29/09/2016 | 0,000164 ± 0,000048 | 0,00374 ± 0,00033 |
| BA01 | 16/051448 | 29/09/2016 | 30/09/2016 | 0,000161 ± 0,000045 | 0,00399 ± 0,00035 |
| BA01 | 16/051453 | 30/09/2016 | 01/10/2016 | 0,000159 ± 0,000045 | 0,00329 ± 0,00031 |
| BA01 | 16/051458 | 01/10/2016 | 02/10/2016 | 0,000203 ± 0,000053 | 0,00488 ± 0,00041 |
| BA01 | 16/051462 | 02/10/2016 | 03/10/2016 | 0,0000743 ± 0,0000409 | 0,00168 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/051464 | 03/10/2016 | 04/10/2016 | 0,0000605 ± 0,0000376 | 0,00137 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/052653 | 04/10/2016 | 05/10/2016 | 0,0000618 ± 0,0000370 | 0,00141 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/052654 | 05/10/2016 | 06/10/2016 | 0,0000511 ± 0,0000388 | 0,00127 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/052655 | 06/10/2016 | 07/10/2016 | < 0,0000707 | 0,000975 ± 0,000172 |
| BA01 | 16/052656 | 07/10/2016 | 08/10/2016 | 0,0000550 ± 0,0000367 | 0,00124 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/052657 | 08/10/2016 | 09/10/2016 | 0,0000819 ± 0,0000384 | 0,00174 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/052658 | 09/10/2016 | 10/10/2016 | < 0,0000628 | 0,00127 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/052659 | 10/10/2016 | 11/10/2016 | < 0,0000630 | 0,00139 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/054405 | 11/10/2016 | 12/10/2016 | < 0,0000625 | 0,00115 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/054408 | 12/10/2016 | 13/10/2016 | < 0,0000732 | 0,00147 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/054409 | 13/10/2016 | 14/10/2016 | < 0,0000679 | 0,00161 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/054411 | 14/10/2016 | 15/10/2016 | < 0,0000536 | 0,00057 ± 0,000141 |
| BA01 | 16/054412 | 15/10/2016 | 16/10/2016 | < 0,0000585 | 0,000738 ± 0,000168 |
| BA01 | 16/054413 | 16/10/2016 | 17/10/2016 | < 0,0000629 | 0,00108 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/054414 | 17/10/2016 | 18/10/2016 | 0,000122 ± 0,000048 | 0,00222 ± 0,00027 |
| BA01 | 16/055259 | 18/10/2016 | 19/10/2016 | 0,000114 ± 0,000044 | 0,00202 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/055262 | 19/10/2016 | 20/10/2016 | 0,000110 ± 0,000043 | 0,00244 ± 0,00025 |
| BA01 | 16/055263 | 20/10/2016 | 21/10/2016 | 0,0000925 ± 0,0000377 | 0,00131 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/055265 | 21/10/2016 | 22/10/2016 | < 0,0000917 | 0,00138 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/055267 | 22/10/2016 | 23/10/2016 | 0,0000987 ± 0,0000415 | 0,00226 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/055268 | 23/10/2016 | 24/10/2016 | < 0,000111 | 0,00198 ± 0,00029 |
| BA01 | 16/055269 | 24/10/2016 | 25/10/2016 | 0,000117 ± 0,000045 | 0,00255 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/057425 | 25/10/2016 | 26/10/2016 | 0,000102 ± 0,000040 | 0,00223 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/057426 | 26/10/2016 | 27/10/2016 | 0,0000806 ± 0,0000378 | 0,00188 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/057427 | 27/10/2016 | 28/10/2016 | < 0,0000846 | 0,00133 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/057428 | 28/10/2016 | 29/10/2016 | 0,0000804 ± 0,0000397 | 0,00167 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/057429 | 29/10/2016 | 30/10/2016 | 0,000102 ± 0,000039 | 0,00213 ± 0,00023 |

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/057430 | 30/10/2016 | 31/10/2016 | 0,000115 ± 0,000043 | 0,00250 ± 0,00025 |
| BA01 | 16/057431 | 31/10/2016 | 01/11/2016 | 0,0000815 ± 0,0000377 | 0,00244 ± 0,00025 |
| BA01 | 16/057432 | 01/11/2016 | 02/11/2016 | 0,000194 ± 0,000047 | 0,00361 ± 0,00033 |
| BA01 | 16/057993 | 02/11/2016 | 03/11/2016 | 0,000270 ± 0,000056 | 0,00446 ± 0,00038 |
| BA01 | 16/057994 | 03/11/2016 | 04/11/2016 | 0,000205 ± 0,000046 | 0,00345 ± 0,00032 |
| BA01 | 16/057995 | 04/11/2016 | 05/11/2016 | 0,0000753 ± 0,0000398 | 0,00200 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/057996 | 05/11/2016 | 06/11/2016 | 0,0000532 ± 0,0000351 | 0,00110 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/057998 | 06/11/2016 | 07/11/2016 | < 0,0000608 | 0,00103 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/057999 | 07/11/2016 | 08/11/2016 | 0,0000813 ± 0,000036 | 0,000906 ± 0,000172 |
| BA01 | 16/059448 | 08/11/2016 | 09/11/2016 | 0,0000547 ± 0,0000382 | 0,00174 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/059450 | 09/11/2016 | 10/11/2016 | 0,000149 ± 0,000040 | 0,00223 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/059451 | 10/11/2016 | 11/11/2016 | 0,000124 ± 0,000043 | 0,00278 ± 0,00027 |
| BA01 | 16/059452 | 11/11/2016 | 12/11/2016 | 0,0000986 ± 0,0000399 | 0,00197 ± 0,00022 |
| BA01 | 16/059453 | 12/11/2016 | 13/11/2016 | 0,0000896 ± 0,0000357 | 0,000682 ± 0,000160 |
| BA01 | 16/059454 | 13/11/2016 | 14/11/2016 | 0,0000723 ± 0,0000390 | 0,00165 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/062715 | 14/11/2016 | 15/11/2016 | 0,0000804 ± 0,0000398 | 0,00134 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/061810 | 15/11/2016 | 16/11/2016 | 0,0000936 ± 0,0000361 | 0,00186 ± 0,00019 |
| BA01 | 16/061811 | 16/11/2016 | 17/11/2016 | 0,000181 ± 0,000044 | 0,00264 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/061812 | 17/11/2016 | 18/11/2016 | 0,000242 ± 0,000049 | 0,00396 ± 0,00033 |
| BA01 | 16/061813 | 18/11/2016 | 19/11/2016 | 0,000168 ± 0,000047 | 0,00374 ± 0,00033 |
| BA01 | 16/061814 | 19/11/2016 | 20/11/2016 | 0,000229 ± 0,000050 | 0,00383 ± 0,00033 |
| BA01 | 16/061815 | 20/11/2016 | 21/11/2016 | 0,000151 ± 0,000042 | 0,00284 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/061816 | 21/11/2016 | 22/11/2016 | 0,000158 ± 0,000043 | 0,00255 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/060484 | 22/11/2016 | 23/11/2016 | 0,0000587 ± 0,0000341 | 0,00120 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/060485 | 23/11/2016 | 24/11/2016 | 0,0000782 ± 0,000039 | 0,00120 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/060486 | 24/11/2016 | 25/11/2016 | 0,0000839 ± 0,0000362 | 0,000695 ± 0,000164 |
| BA01 | 16/060487 | 25/11/2016 | 26/11/2016 | < 0,0000632 | 0,000547 ± 0,000161 |
| BA01 | 16/060488 | 26/11/2016 | 27/11/2016 | < 0,0000709 | 0,000618 ± 0,000162 |
| BA01 | 16/060489 | 27/11/2016 | 28/11/2016 | 0,0000923 ± 0,0000439 | 0,00107 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/061585 | 28/11/2016 | 29/11/2016 | < 0,0000631 | 0,000781 ± 0,000169 |
| BA01 | 16/061587 | 29/11/2016 | 30/11/2016 | 0,0000593 ± 0,000034 | 0,000646 ± 0,00016 |
| BA01 | 16/061588 | 30/11/2016 | 01/12/2016 | < 0,0000836 | 0,00120 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/061590 | 01/12/2016 | 02/12/2016 | 0,0000941 ± 0,0000401 | 0,00177 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/061592 | 02/12/2016 | 03/12/2016 | 0,000147 ± 0,000045 | 0,00288 ± 0,00027 |
| BA01 | 16/061594 | 03/12/2016 | 04/12/2016 | 0,000176 ± 0,000044 | 0,00337 ± 0,00031 |
| BA01 | 16/061596 | 04/12/2016 | 05/12/2016 | 0,000118 ± 0,000039 | 0,00300 ± 0,00029 |
| BA01 | 16/061597 | 05/12/2016 | 06/12/2016 | 0,000240 ± 0,000055 | 0,00390 ± 0,00034 |
| BA01 | 16/062249 | 06/12/2016 | 07/12/2016 | 0,000199 ± 0,000048 | 0,00344 ± 0,00030 |
| BA01 | 16/062251 | 07/12/2016 | 08/12/2016 | 0,000183 ± 0,000053 | 0,00367 ± 0,00034 |
| BA01 | 16/062252 | 08/12/2016 | 09/12/2016 | 0,000211 ± 0,000049 | 0,00388 ± 0,00035 |
| BA01 | 16/062255 | 09/12/2016 | 10/12/2016 | 0,0000460 ± 0,0000348 | 0,00277 ± 0,00027 |
| BA01 | 16/062257 | 10/12/2016 | 11/12/2016 | 0,000210 ± 0,000048 | 0,00433 ± 0,00037 |
| BA01 | 16/062260 | 11/12/2016 | 12/12/2016 | 0,000180 ± 0,000045 | 0,00348 ± 0,00031 |
| BA01 | 16/062262 | 12/12/2016 | 13/12/2016 | 0,000107 ± 0,000040 | 0,00262 ± 0,00026 |
| BA01 | 16/063118 | 13/12/2016 | 14/12/2016 | 0,000133 ± 0,000040 | 0,00235 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/063119 | 14/12/2016 | 15/12/2016 | 0,000111 ± 0,000039 | 0,00345 ± 0,00031 |
| BA01 | 16/063120 | 15/12/2016 | 16/12/2016 | 0,000158 ± 0,000042 | 0,00377 ± 0,00033 |

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| Punto | Numero Campione | Inizio campionamento | Fine campionamento | Alfa totale | Beta totale |
|-------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| BA01 | 16/063121 | 16/12/2016 | 17/12/2016 | 0,000241 ± 0,000050 | 0,00390 ± 0,00034 |
| BA01 | 16/063122 | 17/12/2016 | 18/12/2016 | < 0,0000543 | 0,00249 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/063123 | 18/12/2016 | 19/12/2016 | < 0,0000549 | 0,00217 ± 0,00023 |
| BA01 | 16/063124 | 19/12/2016 | 20/12/2016 | 0,000113 ± 0,000039 | 0,00245 ± 0,00024 |
| BA01 | 16/063125 | 20/12/2016 | 21/12/2016 | 0,0000698 ± 0,0000325 | 0,000731 ± 0,000143 |
| BA01 | 16/063749 | 21/12/2016 | 22/12/2016 | 0,0000588 ± 0,000036 | 0,000922 ± 0,000158 |
| BA01 | 16/063750 | 22/12/2016 | 23/12/2016 | 0,0000841 ± 0,0000362 | 0,000695 ± 0,000154 |
| BA01 | 16/063751 | 23/12/2016 | 24/12/2016 | 0,0000781 ± 0,0000388 | 0,00169 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/063752 | 24/12/2016 | 25/12/2016 | 0,0000954 ± 0,0000392 | 0,00171 ± 0,00021 |
| BA01 | 16/063753 | 25/12/2016 | 26/12/2016 | 0,0000670 ± 0,0000374 | 0,00166 ± 0,00020 |
| BA01 | 16/063754 | 26/12/2016 | 27/12/2016 | 0,000101 ± 0,000038 | 0,00125 ± 0,00018 |
| BA01 | 16/063755 | 27/12/2016 | 28/12/2016 | 0,0000635 ± 0,0000380 | 0,00114 ± 0,00018 |
| BA01 | 17/002794 | 28/12/2016 | 29/12/2016 | 0,0000699 ± 0,0000360 | 0,00133 ± 0,00018 |
| BA01 | 17/002795 | 29/12/2016 | 30/12/2016 | 0,0000960 ± 0,0000388 | 0,00245 ± 0,00025 |
| BA01 | 17/002796 | 30/12/2016 | 31/12/2016 | < 0,0000530 | 0,00118 ± 0,00017 |
| BA01 | 17/002797 | 31/12/2016 | 01/01/2017 | 0,0000553 ± 0,0000343 | 0,00191 ± 0,00021 |

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: 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.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.M808: “Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.MA009 “Determinazione della concentrazione di attività alfa totale e beta totale nelle acque non saline mediante scintillazione liquida” – ISO 11704: 2010 Water quality - Measurement of gross alpha and beta activity concentration in non-saline water - Liquid scintillation counting method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede G Alessandria – Elenco prove revisione 12 del 24/09/2015);
- U.RP.MA017 “Determinazione degli isotopi di uranio in acqua” – ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 dal 24/09/2015 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- U.RP.T085: “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

ALLEGATO 3 – Glossario

| | |
|---|---|
| Atomo | È il costituente fondamentale della materia ed è composto dal nucleo e dagli elettroni orbitali. |
| Attività | Numero di trasformazioni nucleari spontanee di un radionuclide che si producono nell'unità di tempo; si esprime in Becquerel. |
| Becquerel (Bq) | Unità di misura dell'attività; 1 Bq = 1 disintegrazione al secondo. |
| Combustibile nucleare | Materiale fissile utilizzato per produrre energia in una centrale nucleare. |
| Combustibile nucleare irraggiato | Combustibile nucleare dopo l'utilizzo in un reattore nucleare. |
| Contaminazione radioattiva | Contaminazione di una matrice, di una superficie, di un ambiente di vita o di lavoro o di un individuo, prodotta da sostanze radioattive. |
| Decadimento | Trasformazione spontanea di un nuclide instabile in un altro nuclide. |
| Decommissioning | 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. |
| Dose assorbita | Energia assorbita per unità di massa di materiale irraggiato; si esprime in Gy. |
| Dose efficace | 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. |
| Dose efficace impegnata | 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. |
| Dose equivalente | Prodotto della dose assorbita media in un tessuto o organo per il fattore di ponderazione delle radiazioni; si esprime in Sv. |
| Dose equivalente impegnata | 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. |
| Fondo naturale di radiazioni | 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. |
| Formula di scarico | 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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

| | |
|---|--|
| Gray (Gy) | Unità di misura della dose assorbita; $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. |
| Gruppi di riferimento della popolazione (gruppi critici) | 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. |
| Limite di Rivelabilità | Rappresenta il limite strumentale di rivelazione, cioè la minima quantità di radioattività che il sistema di misura è in grado di rivelare. |
| Notazione scientifica | $1\text{E}+01 = 1 \times 10^{+1} = 10$; $1\text{E}+00 = 1 \times 10^0 = 1$; $1\text{E}-02 = 1 \times 10^{-2} = 0,01$ |
| Ricettività ambientale | 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. |
| Sievert (Sv) | 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 ($1 \mu\text{Sv} = 1\text{E}-06 \text{ Sv}$). |
| Via critica | 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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: 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@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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