

**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI  
 Struttura Semplice Siti Nucleari**

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE  
 SITO NUCLEARE DI TRINO (VC)**

**Rapporto anno 2016**

Relazione tecnica n. 19/SS21.02/2017

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

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## INDICE

1	PREMESSA	3
2	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E CONTROLLO	3
3	LE STRATEGIE DI CONTROLLO	4
4	ATTIVITÀ SVOLTE DALLA CENTRALE “E. FERMI” NELL’ANNO 2016	5
5	LA CONVENZIONE STIPULATA TRA IL COMUNE DI TRINO E ARPA PIEMONTE	6
6	LE RETI DI MONITORAGGIO	6
7	METODOLOGIA DI MISURA	9
8	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	13
9	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	13
9.1	Monitoraggio ambientale ordinario – risultati delle misure	13
10	ATTIVITÀ DI CONTROLLO	31
10.1	Controllo degli scarichi di effluenti radioattivi	31
11	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	35
12	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	36

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

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

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

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

## 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 Trino (VC).

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal D. Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e ss.mm.ii. "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti, 2009/71/Euratom in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari e 2011/70/Euratom in materia di gestione sicura del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi derivanti da attività civili" e dalla Legge n. 1860 del 31 dicembre 1962 e 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 campionamenti 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 equivalente 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. 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 della*

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

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

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

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

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.

## **3 LE STRATEGIE DI CONTROLLO**

Sono state applicate le strategie di controllo descritte nel documento *Strategie di monitoraggio e controllo dei siti nucleari* disponibile sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it).

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

### **Livelli di riferimento**

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

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@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

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

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

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

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

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

Inoltre, visto lo specifico contesto che vede la presenza di impianti nucleari come possibile fonte di rilascio, si ritiene opportuno e cautelativo continuare ad utilizzare come livello operativo il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*, 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 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.

Sono pertanto stati messi a punto metodi di prova che assicurano *Limiti di rivelabilità* adeguati (si veda il Paragrafo 7) 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, ogni matrice ed ogni parametro è stato possibile definire un Limite di Azione, valore della concentrazione di un determinato radionuclide al di sopra del quale è in atto un evento anomalo.

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

## **4 ATTIVITÀ SVOLTE DALLA CENTRALE “E. FERMI” NELL’ANNO 2016**

Nel corso del 2016 presso la Centrale Nucleare “E. Fermi”, oltre alle attività ordinarie di mantenimento in sicurezza dell'impianto, sono state svolte attività propedeutiche al

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

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

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

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

decommissioning per il quale si è concluso l'iter autorizzativo con l'emanazione del D.M. 02/08/2012 con il quale viene concessa a SO.G.I.N. l'autorizzazione alla disattivazione. In particolare:

- il riconfezionamento dei fusti contenenti rifiuti radioattivi solidi pregressi al fine di aggiornarne la caratterizzazione e di ridurre il volume;
- la rimozione dell'amianto del Vessel;
- l'abbattimento dell'edificio Test Tank per predisporre un'area di buffer provvisorio per la gestione dei rifiuti radioattivi solidi;
- esecuzione delle prove operative per il trattamento delle resine esauste basate su tecnologia WOX (Wet Oxidation) con Mock Up, ossia con un impianto prototipo ubicato presso il sito di Bosco Marengo.

Nell'anno 2016 l'impianto ha effettuato n. 5 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Po.

## 5 LA CONVENZIONE STIPULATA TRA IL COMUNE DI TRINO E ARPA PIEMONTE

Nel mese di dicembre 2016 è stata stipulata una Convenzione tra il Comune di Trino e Arpa Piemonte avente per oggetto l'ottimizzazione delle attività di monitoraggio radiologico in relazione alla presenza della Centrale nucleare "E. Fermi".

La convenzione è articolata in 3 moduli:

MODULO 1 anno 2016	Implementazione del monitoraggio dell'acqua di falda superficiale nei pressi dell'impianto, attraverso il controllo periodico dei nuovi pozzi predisposti da Sogin S.p.A. nell'ambito delle prescrizioni della VIA di cui è menzione in narrativa, al fine di valutare l'eventuale contaminazione dell'acquifero superficiale.
MODULO 2 anno 2017	Implementazione del monitoraggio della contaminazione dell'aria presso i recettori, attraverso la predisposizione di una postazione dove installare dei sistemi di aspirazione in continuo del particolato atmosferico, per la componente alfa-beta e gamma e del Tritio in aria; tale postazione dovrà essere ubicata presso i possibili recettori, fuori dai confini dell'impianto e allestita dal Comune.
MODULO 3 anno 2018	Controlli indipendenti su un campione statisticamente significativo di materiali prima che vengano allontanati dalla centrale a seguito del processo di smantellamento, al fine di verificare il rispetto dei limiti assegnati dall'ISPRA.

I costi derivanti dall'attuazione di quanto previsto dalla Convenzione saranno sostenuti dal Comune di Trino per quanto concerne l'acquisto di strumentazione aggiuntiva, la manutenzione ed il materiale di consumo, mentre saranno sostenuti da Arpa Piemonte per quanto concerne le risorse umane aggiuntive necessarie.

## 6 LE RETI DI MONITORAGGIO

Nell'anno 2016 la rete di monitoraggio ordinario del sito di Trino è stata revisionata ed implementata, sia per quanto riguarda i punti di campionamento che per le matrici campionate, in seguito a:

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

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

### Struttura Semplice Siti Nucleari

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

- la Valutazione di Incidenza predisposta in relazione alla verifica di assoggettabilità a VIA della costruzione dei nuovi depositi,
- la Convenzione stipulata tra il Comune di Trino e Arpa Piemonte.

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

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 Trino.

Matrice	Punti di campionamento	Frequenza di campionamento
Acqua potabile	TQ01, TQ02	Semestrale
Acqua di falda superficiale – pozzi esterni alla Centrale	<b>TO04</b> , TP01, TP02, TP03	Semestrale
<b>Acqua di falda superficiale – pozzi interni alla Centrale</b>	<b>PZ7, PZ8, PZ9, PZ10, PZ11, PZ12</b>	<b>Trimestrale</b>
Acqua superficiale	TF01, TF02, TF06, TF07	Semestrale
Cereali	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	Annuale
Latte	TC01, TC02, TC03	Semestrale
Sedimenti fluviali	TF01, TF02, TF06	Semestrale
<b>Ortaggi</b>	<b>TO04</b>	<b>Semestrale</b>
<b>Miele</b>	<b>TH01, TH02</b>	<b>Annuale</b>
<b>Pesce siluro</b>	<b>TF07</b>	<b>Semestrale</b>
<b>Foglie di salice</b>	<b>TF02, TF07</b>	<b>Semestrale</b>
Erba	TS09	Semestrale
Suolo	TS01, TS02, TS03, TS04, TS05, TS06, TS07, TS08, TS09	Semestrale
Suolo coltivato	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	Annuale
Particolato atmosferico	TA01	Continua

In Tabella 1 sono evidenziati in grassetto le matrici ed i punti di campionamento aggiunti nel programma dell'anno 2016.

Si fa presente che il campionamento del particolato atmosferico in un punto posto all'interno della Centrale (TA01) avviene con la finalità di controllare gli effluenti aeriformi dell'impianto stesso: i dati relativi non possono essere utilizzati per valutazioni di dose alla popolazione.

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

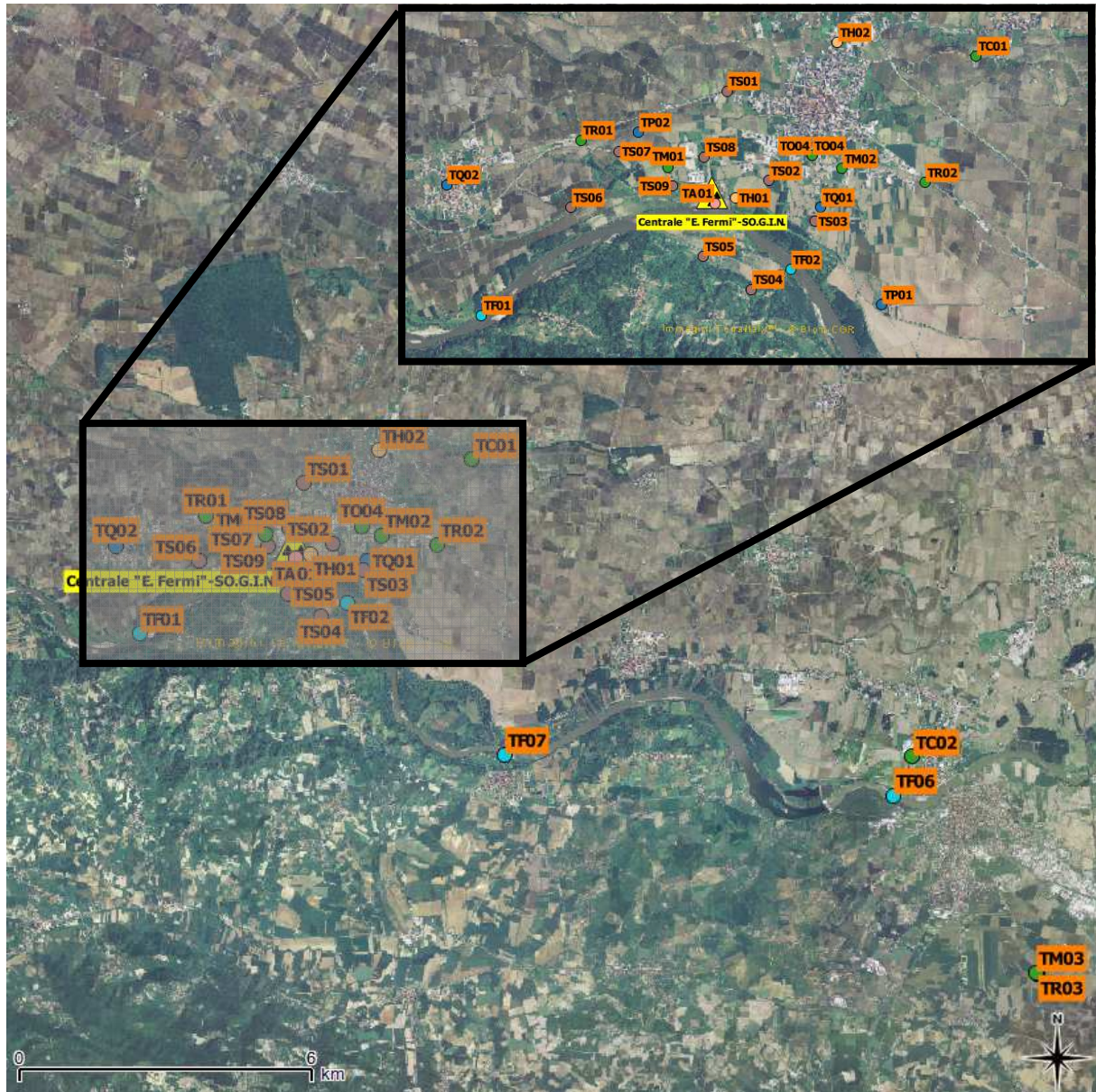
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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



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



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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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



## 7 METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte e riportati in Allegato 2 – sono stati scelti per permettere la determinazione quantitativa dei contaminanti maggiormente rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico rispetto alla natura degli impianti oggetto del monitoraggio. Sullo stesso campione possono essere eseguite più determinazioni, applicando metodi diversi in funzione dei nuclidi di interesse. Tra questi:

- la *spettrometria gamma* permette la determinazione simultanea, qualitativa e quantitativa, dei radionuclidi gamma emittenti presenti nella matrice considerata, sia artificiali sia naturali, ed in particolare permette di individuare con elevatissima sensibilità la presenza di radioisotopi quali Cs-137 e Co-60. Può essere eseguita direttamente sul campione senza la necessità di effettuare processi di separazione dei radionuclidi e pertanto viene eseguita sulla quasi totalità dei campioni;
- la determinazione dell'attività *Alfa totale* e *Beta totale* permette la quantificazione dell'attività imputabile a tutti i radionuclidi alfa emittitori e beta emittitori 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;
- i *metodi radiochimici* prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emittitori (Plutonio, Americo, Uranio) e beta emittitori (Stronzio) e la loro successiva determinazione quantitativa; si tratta di analisi estremamente laboriose che non sono applicabili in larga scala;
- la determinazione di *Tritio* prevede la distillazione del campione e viene eseguita sui campioni di acqua destinata al consumo umano e di falda.

Nel grafico di Figura 2 è riportato il numero di campioni – suddivisi per matrice – prelevati ed analizzati nel corso del 2016 nell'ambito delle reti di monitoraggio radiologico ambientale ordinarie e straordinarie del sito nucleare di Trino.

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

Figura 2 Campioni analizzati nell'anno 2016.

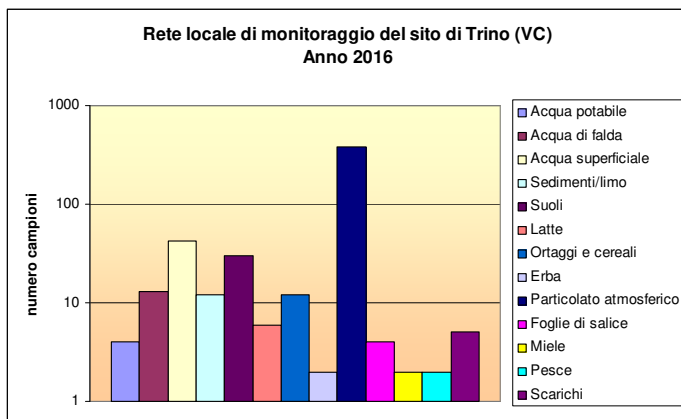
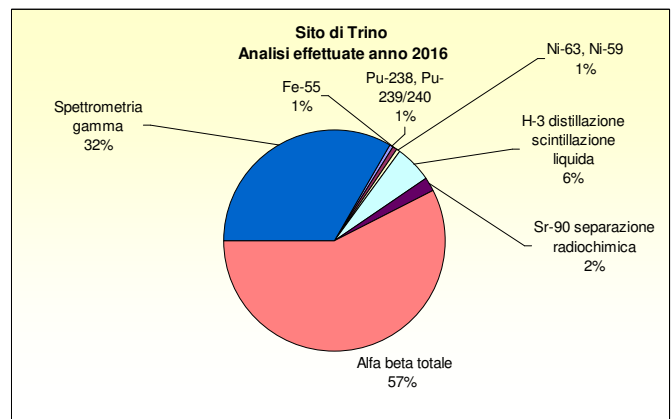


Figura 3 Analisi effettuate nell'anno 2016.



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/m<sup>3</sup> e Bq/m<sup>2</sup> rispettivamente). La sensibilità della misura viene indicata dal *Limite di Rivelabilità*: tale grandezza rappresenta la minima quantità di radioattività che la metodica analitica è in grado di rivelare. Nel caso in cui non si riveli contaminazione da parte di un certo radionuclide verrà comunque

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

considerato il *Limite di Rivelabilità* come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <).

La sensibilità delle misure deve essere tale da garantire dei *Limiti di Rivelabilità* sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica e ai *valori di screening*, come riportato in Tabella 2.

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

Matrice	Parametro	Limite di rivelabilità Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore soglia per la non rilevanza radiologica Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore di screening Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Fonte
Acqua potabile	α totale	0,1	-	0,1	D. Lgs. 28/2016
	β totale	0,2	-	0,5	D. Lgs. 28/2016
	Am-241	0,01	0,011	-	
	Cs-137	0,005	1,4	0,1	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,005	0,72	-	
	H-3	2	610	100	D. Lgs. 28/2016 Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Sr-90	0,005	0,17	0,06	Raccomandazione 2000/473/Euratom
Acqua di falda superficiale	α totale	0,1	-	0,1	D. Lgs. 28/2016
	β totale	0,2	-	0,5	D. Lgs. 28/2016
	Am-241	0,01	0,011	-	
	Cs-137	0,005	1,4	0,1	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,005	0,72	-	
	H-3	2	610	100	D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 e s.m.i. Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Sr-90	0,005	0,17	0,06	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Fe-55	5	-	-	
	Ni-59	5	-	-	
	Ni-63	5	-	-	
Acqua superficiale	α totale	0,1	-	-	
	β totale	0,2	-	0,6	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Am-241	0,01	-	-	
	Cs-137	0,005	-	1	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,005	-	-	
	H-3	2	-	-	
	Sr-90	0,005	-	-	
Cereali	Cs-137	0,3	7	-	
	Co-60	0,3	10	-	
Erba	Cs-137	3	-	-	
	Co-60	3	-	-	
Latte	Cs-137	0,2	1,9	0,5	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,1	0,72	-	
	Sr-90	0,02	0,17	0,2	Raccomandazione 2000/473/Euratom
Ortaggi a foglia	Cs-137	0,3	14	-	
	Co-60	0,3	21	-	
Miele	Cs-137	0,1	-	-	
	Co-60	0,1	-	-	
Pesce siluro	Cs-137	0,1	-	-	
	Co-60	0,1	-	-	
	Sr-90	0,1	-	-	
Foglie di salice	Cs-137	0,1	-	-	
	Co-60	0,1	-	-	
	Sr-90	0,1	-	-	
Particolato atmosferico	α totale ritardata	0,00005	-	-	
	β totale	0,0005	-	0,005	Raccomandazione 2000/473/Euratom

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Matrice	Parametro	Limite di rivelabilità Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore soglia per la non rilevanza radiologica Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore di screening Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Fonte
	ritardata				
	Cs-137	0,0001	0,27	0,03	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,0001	0,12	-	
	I-131	0,0003	0,094	-	
Sedimenti fluviali	Am-241	3	-	-	
	Cs-137	0,3	-	-	
	Co-60	0,3	-	-	
Suolo	Am-241	3	22000	-	
	Cs-137	0,3	460	-	
	Co-60	0,3	110	-	
Suolo coltivato	Am-241	3	20000	-	
	Cs-137	0,3	260	-	
	Co-60	0,3	55	-	

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 (Tabella A 10 Risultati delle misure di Fe-55, Ni-59, Ni-63 e plutonio sui campioni di acqua di falda dei pozzi interni della centrale E. Fermi (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Fe-55	Ni-59	Ni-63	Pu-238	Pu-239/240
PZ7	16/062355	13/12/2016	< 3,72	< 3,41	< 2,73	< 0,00247	< 0,00116
PZ8	16/062357	13/12/2016	< 3,69	< 3,10	< 2,47	< 0,000865	< 0,000401
PZ9	16/062358	13/12/2016	< 3,79	< 2,95	< 2,36	< 0,000796	< 0,000372
PZ10	16/062359	13/12/2016	< 4,05	< 3,13	< 2,49	< 0,00178	< 0,000830
PZ11	16/062360	13/12/2016	< 3,63	< 2,94	< 2,35	< 0,00193	< 0,00112
PZ12	16/062361	13/12/2016	< 3,64	< 2,92	< 2,33	< 0,00233	< 0,00296

Tabella A 12 Risultati delle misure di concentrazione di attività nell'acqua superficiale del Fiume Po in assenza di scarichi (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	H-3
TF01	15/059472	26/11/2015	0,0144 ± 0,008	0,0716 ± 0,0490	< 1,72
TF01	15/061063	11/12/2015	0,0404 ± 0,0104	0,0960 ± 0,0489	< 1,78
TF01	16/002943	13/01/2016	< 0,0140	0,0762 ± 0,0478	< 2,03
TF01	16/005959	27/01/2016	0,0403 ± 0,0107	0,115 ± 0,052	< 2,04
TF01	16/008869	16/02/2016	0,0359 ± 0,0106	0,0908 ± 0,0539	< 2,01
TF01	16/021632	20/04/2016	0,0174 ± 0,0092	< 0,0868	< 1,72
TF01	16/026575	17/05/2016	0,0153 ± 0,0093	< 0,0878	< 1,91
TF02	15/059474	26/11/2015	0,0414 ± 0,0119	0,136 ± 0,052	< 1,66
TF02	15/061064	11/12/2015	0,0570 ± 0,0117	0,175 ± 0,052	< 1,74
TF02	16/002944	13/01/2016	0,0440 ± 0,0107	0,130 ± 0,052	< 2,03
TF02	16/005961	27/01/2016	0,0458 ± 0,0112	0,137 ± 0,052	< 2,03
TF02	16/008870	16/02/2016	< 0,0164	< 0,0884	< 2,01
TF02	16/021635	20/04/2016	< 0,0136	< 0,0872	< 1,73
TF02	16/026577	17/05/2016	0,0255 ± 0,0104	< 0,0880	1,75 ± 1,08
TF07	15/059496	26/11/2015	0,0426 ± 0,011	0,110 ± 0,052	< 1,76
TF07	15/061066	11/12/2015	0,0461 ± 0,0108	0,110 ± 0,049	< 2,02
TF07	16/002946	13/01/2016	0,0495 ± 0,0113	0,114 ± 0,052	< 2,01
TF07	16/005962	27/01/2016	0,0506 ± 0,0114	0,140 ± 0,053	< 1,98

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	H-3
TF07	16/008871	16/02/2016	0,0362 ± 0,0106	0,0902 ± 0,0555	< 1,99
TF07	16/021638	20/04/2016	0,0165 ± 0,009	0,0693 ± 0,0527	< 2,05
TF07	16/026588	17/05/2016	< 0,0139	< 0,0895	< 1,71

Tabella A 13 Risultati delle misure di concentrazione di attività nell'acqua superficiale del Fiume Po durante gli scarichi (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	H-3
TF01	16/009913	22/02/2016	0,0359 ± 0,0104	0,0709 ± 0,0539	< 1,98
TF01	16/011624	24/02/2016	< 0,0166	< 0,112	< 2,01
TF01	16/012331	26/02/2016	0,0124 ± 0,0082	< 0,111	< 1,80
TF01	16/012605	01/03/2016	0,0165 ± 0,0085	0,118 ± 0,056	< 1,80
TF01	16/013564	07/03/2016	< 0,0147	< 0,0878	< 1,84
TF01	16/014183	11/03/2016	0,0157 ± 0,0085	0,0770 ± 0,0542	< 1,80
TF01	16/014589	15/03/2016	< 0,0234	< 0,117	< 1,83
TF02	16/009915	22/02/2016	0,0137 ± 0,0085	< 0,0884	< 1,98
TF02	16/011625	24/02/2016	0,0468 ± 0,0136	< 0,139	< 2,01
TF02	16/012332	26/02/2016	0,0122 ± 0,0056	< 0,0760	< 1,82
TF02	16/012606	01/03/2016	0,0126 ± 0,0084	0,101 ± 0,057	< 1,79
TF02	16/013565	07/03/2016	< 0,0125	0,0853 ± 0,0557	< 1,82
TF02	16/014184	11/03/2016	0,0269 ± 0,0098	0,0737 ± 0,0553	< 1,80
TF02	16/014590	15/03/2016	0,0328 ± 0,0133	< 0,117	< 1,81
TF07	16/009949	22/02/2016	< 0,0120	0,0683 ± 0,0532	< 1,96
TF07	16/011627	24/02/2016	< 0,0232	< 0,148	< 2,03
TF07	16/012334	26/02/2016	0,0145 ± 0,0084	0,0726 ± 0,0537	< 1,80
TF07	16/012608	01/03/2016	0,0139 ± 0,0086	0,115 ± 0,056	< 1,78
TF07	16/013567	07/03/2016	0,0245 ± 0,0096	0,0861 ± 0,0544	< 1,80
TF07	16/014186	11/03/2016	0,0181 ± 0,0039	< 0,0998	< 1,82
TF07	16/014593	15/03/2016	0,0323 ± 0,0131	< 0,115	< 1,75

Tabella A 14 Risultati delle misure di concentrazione di attività nei sedimenti fluviali durante lo scarico (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	Am-241	Cs-137	Co-60
TF02	16/009918	22/02/2016	< 1,28	3,74 ± 0,65	< 0,789
TF02	16/011626	24/02/2016	< 2,05	1,94 ± 0,37	< 0,543
TF02	16/012333	26/02/2016	< 1,15	2,56 ± 0,54	< 0,761
TF02	16/012607	01/03/2016	< 1,61	1,36 ± 0,33	< 0,282
TF02	16/013566	07/03/2016	< 3,06	3,03 ± 0,61	< 0,736
TF02	16/014185	11/03/2016	< 2,06	2,69 ± 0,62	< 0,251
TF02	16/014591	15/03/2016	< 2,53	3,19 ± 0,53	< 0,559

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

- **ALLEGATO 2** );

- 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.

## **8 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";
- catene spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo  $p$  o di tipo  $n$  e software di elaborazione ORTEC "Gamma Vision";
- contatori proporzionali a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Perkin Elmer mod. Ultra Low Level Quantulus 1220.

## **9 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO**

### **9.1 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 caso per caso 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.

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

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

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

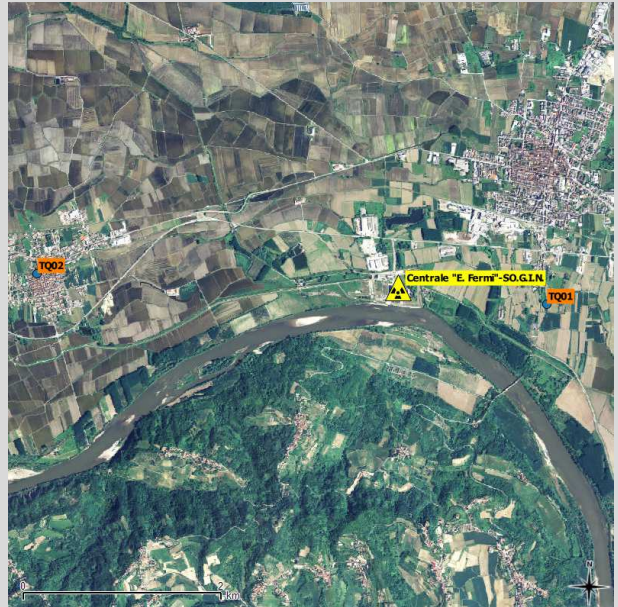
Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)



**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.*
- *Nel corso del 2016 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*
- *Contributo alla dose 0,215 microSv/anno.*



Nei campioni di acqua potabile distribuita dall'acquedotto di Trino (TQ01) e da quello di Palazzolo Vercellese (TQ02) non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. In particolare i risultati ottenuti si sono sempre mantenuti al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

### 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.
- Nel corso del 2016 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.
- Contributo alla dose 0,224 microSv/anno.



Nell'acqua di falda superficiale campionata dai pozzi privati nei punti TO04, TP01, TP02 e TP03 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. Le concentrazioni di attività Alfa totale e Beta totale misurate in alcuni campioni sono attribuibili a radionuclidi di origine naturale, come evidenziato anche dalle misure di spettrometria gamma.

I risultati ottenuti si sono comunque sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Il punto TO04 è stato introdotto nel mese di giugno 2016 ed ha sostituito il punto TO03.

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

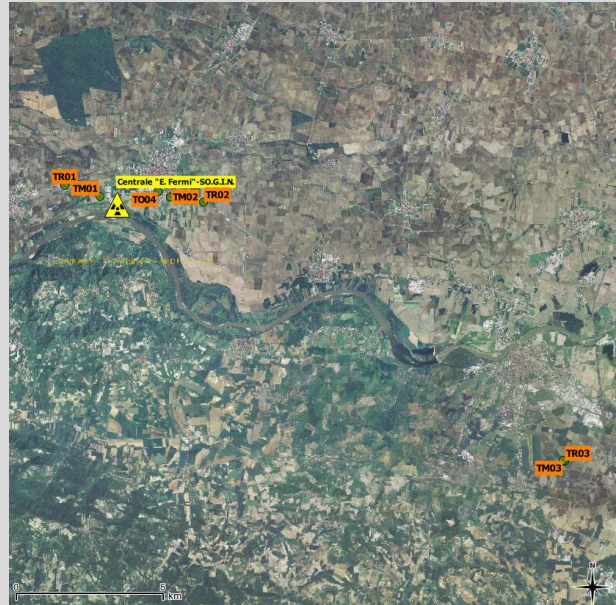
Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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

### Prodotti di coltivazione

- Cereali e ortaggi fanno parte integrante della dieta.
- Consumo medio pro capite 55-124 kg/anno per gli adulti (CEVaD/2010).
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 3.
- Nel corso del 2016 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.
- Contributo alla dose 0,376 microSv/anno.



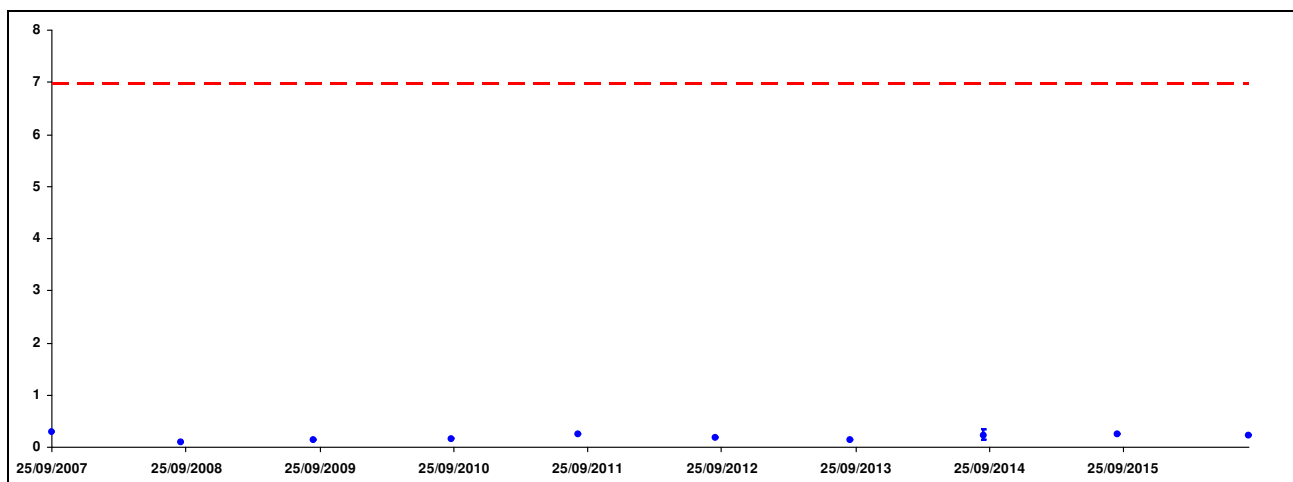
Negli ortaggi di produzione locale campionati nel punto TO04, nel mais campionato nei punti, TM01, TM02, TM03 e nel riso campionato nei punti, TR01, TR02, TR03 non è stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali.

I valori dei *Limiti di rivelabilità* sono sempre stati inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Il punto TO04 è stato introdotto nel mese di giugno 2016 ed ha sostituito il punto TO03.

Nel grafico di Figura 4 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel mais prelevato nel punto TM01. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

Figura 4 Andamento della concentrazione di Cs-137 nel mais prelevato nel punto TM01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.



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

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

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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



### Latte bovino crudo

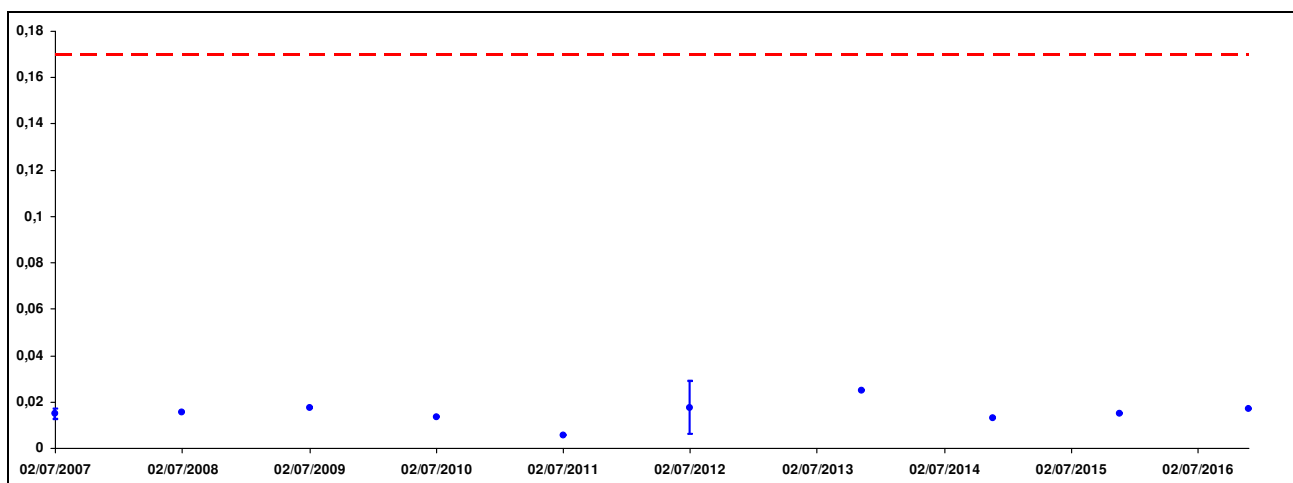
- *Fa parte integrante della dieta.*
- *Consumo medio pro capite 256 l/anno per i lattanti (CEVaD/2010).*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 4.*
- *Nel corso del 2016 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*
- *Contributo alla dose 0,938 microSv/anno.*



Nel latte bovino crudo di produzione locale campionato presso le caschine TC01, TC02 e TC03 non è stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali. I valori dei *Limiti di rivelabilità* sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Nel grafico di Figura 5 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel latte vaccino crudo campionato nel punto TC01. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

Figura 5 Andamento della concentrazione di Sr-90 nel latte vaccino crudo campionato nel punto TC01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.



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

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

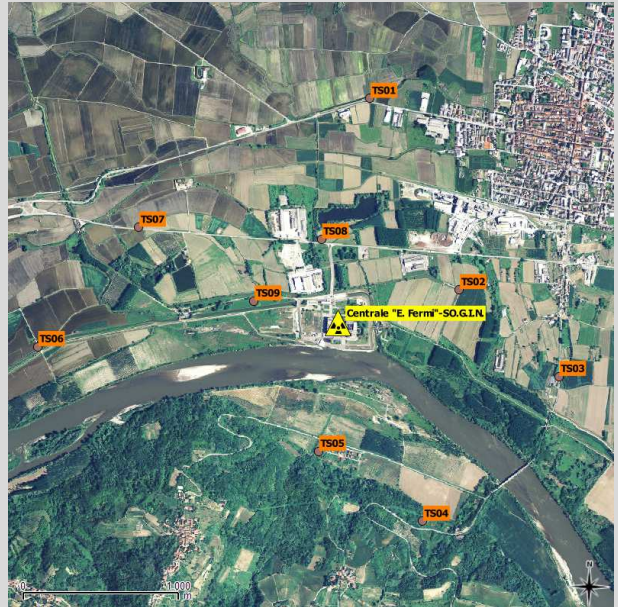
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## Via di esposizione: irraggiamento

### Suolo

- *La contaminazione radioattiva è confinata nello strato superficiale.*
- *Fattore di occupazione: 1 ora/giorno.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 5.*
- *Presenza di Cs-137.*
- *Contributo alla dose 0,474 microSv/anno.*



Nello strato superficiale dei suoli campionati all'esterno del sito è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. Sulla base dei dati riscontrati negli ultimi 10 anni nelle zone circostanti la Centrale "E. Fermi" si evidenzia che i valori di concentrazione di Cs-137 nei suoli sono compresi nell'intervallo 10÷100 Bq/kg: i valori minimi si riscontrano nel punto TS09 mentre quelli massimi nel punto TS04. Tutti i valori si sono sempre mantenuti al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*. Nel grafico di Figura 6 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo campionato nel punto TS04. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

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

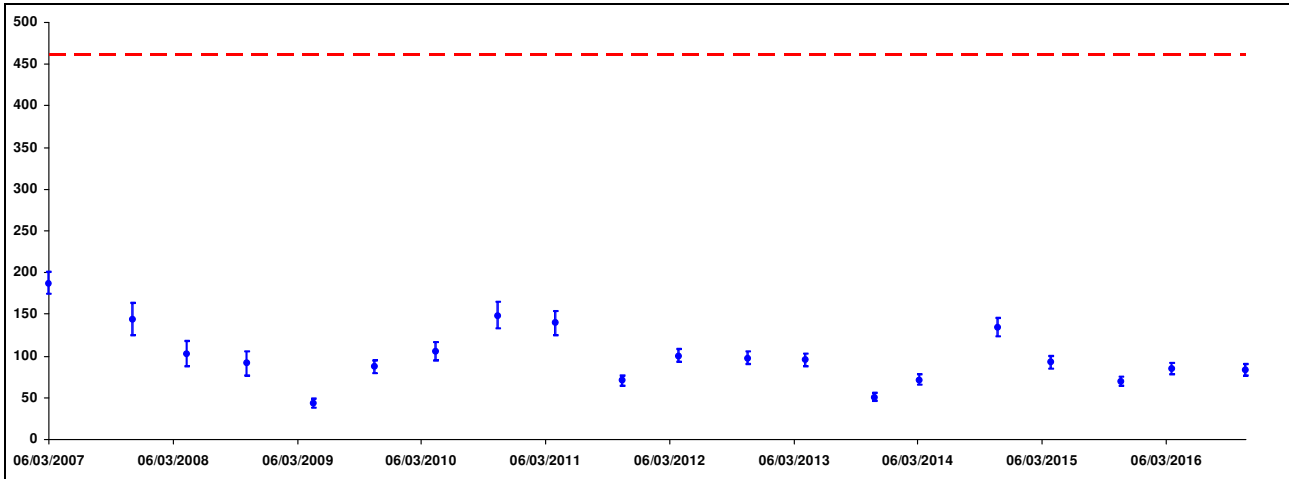
Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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

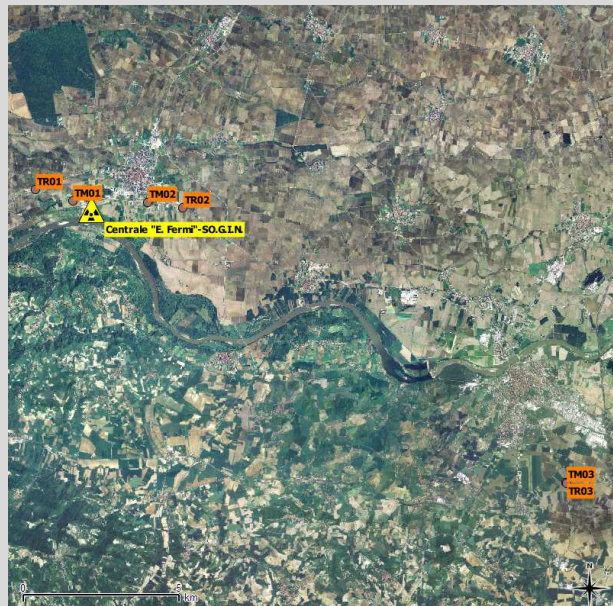


Figura 6 Andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo campionato nel punto TS04 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.



### Suolo coltivato

- *La contaminazione radioattiva è uniformemente distribuita.*
- *Fattore di occupazione: 1 ora/giorno.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 6.*
- *Presenza di Cs-137.*
- *Contributo alla dose 0,424 microSv/anno.*



Nei suoli coltivati a mais TM01, TM02, TM03 e a riso TR01, TR02, TR03 è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. Sulla base dei dati riscontrati negli ultimi 10 anni nelle zone circostanti la Centrale "E. Fermi" si evidenzia che i valori di concentrazione di Cs-137 nei suoli coltivati sono compresi nell'intervallo 10÷30 Bq/kg: i valori osservati risultano pressoché costanti a causa del rimescolamento degli strati di suolo dovuto all'aratura. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

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

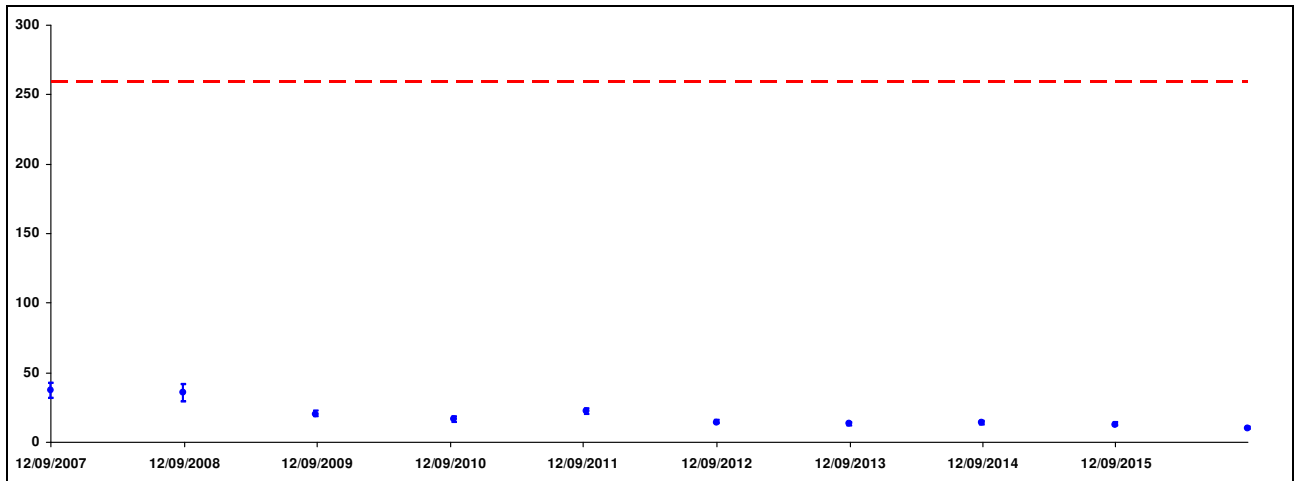
Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Nel grafico di Figura 7 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo coltivato campionato nel punto TR02. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

Figura 7 Andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo coltivato campionato nel punto TR02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.



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

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

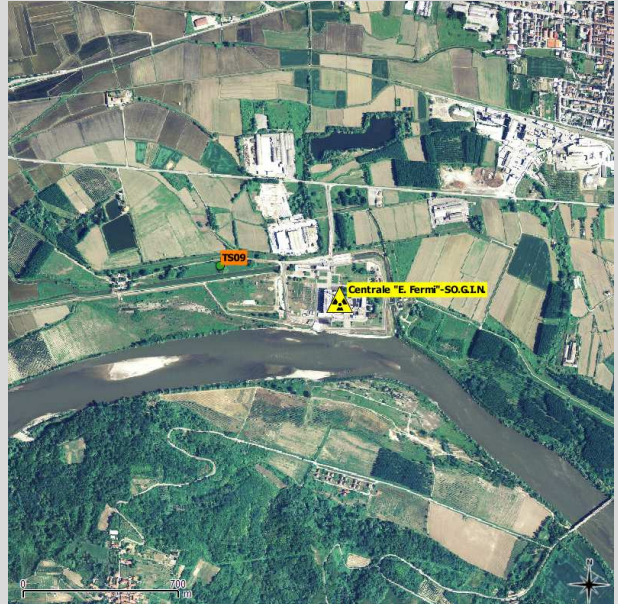
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## Indicatori ambientali

### Erba

- E' un indicatore ambientale utile per valutare eventuali ricadute al suolo.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 7.
- Nel corso del 2016 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.
- Nel corso del 2016 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.



Nell'erba essiccata i risultati delle misure sono sempre inferiori al *Limite di rivelabilità* strumentale. Dal momento che per questa matrice non sono definibili *valori soglia per la non rilevanza radiologica* la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti *limiti di azione*. Nel corso del 2016 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

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

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

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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

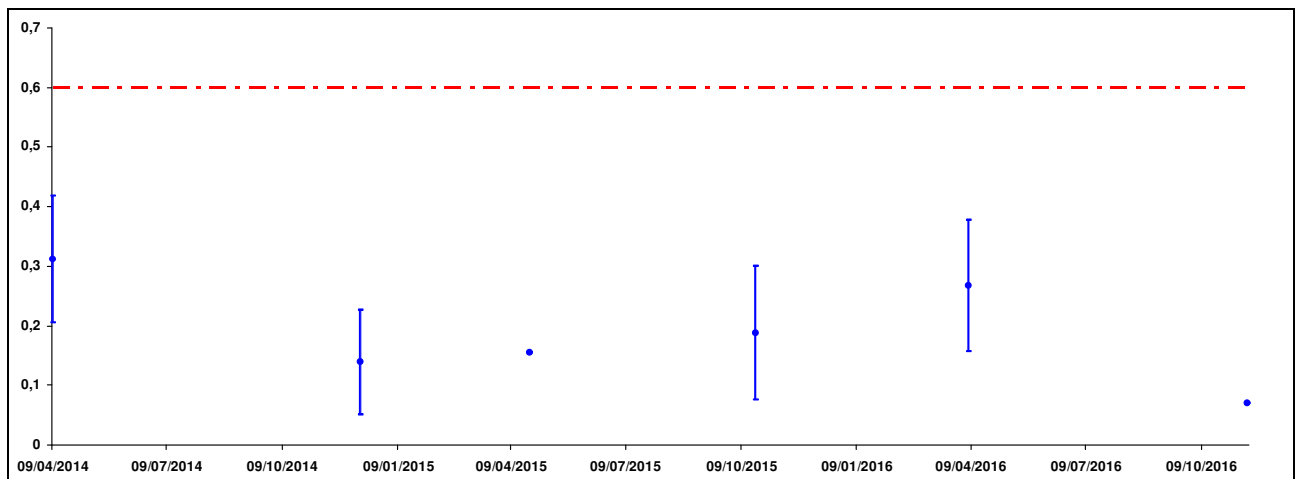
### Acqua superficiale

- *Costituisce un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 8.*
- *Nel corso del 2016 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*



Nell'acqua superficiale del Fiume Po campionata nei punti TF01, TF02, TF06 e TF07 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi artificiali. Poiché tali punti sono stati inseriti nel programma di campionamento nel 2014 e nel 2015, non si dispone ancora di una serie storica di dati e non è dunque ancora possibile definire i *limiti di azione*. Nel grafico di Figura 8 è riportato, a titolo esemplificativo, l'andamento della concentrazione dell'attività Beta totale nel punto TF06. La linea orizzontale rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.

Figura 8 Andamento della concentrazione Beta totale nell'acqua superficiale prelevata nel punto TF06 (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 Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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



### Sedimenti fluviali

- *Costituiscono un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 9.*
- *Presenza di Cs-137.*
- *Nel corso del 2016 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



I sedimenti fluviali del Fiume Po sono campionati a monte (TF01) e a valle (TF02, TF06) del sito. In particolare il punto TF02 è utilizzato per il controllo degli scarichi di effluenti radioattivi liquidi. In tutti i campioni è presente contaminazione da Cs-137 con concentrazioni confrontabili con quelle comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione e non si evidenziano situazioni di accumulo.

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*, non ancora definibili per il punto TF06 non disponendo di una serie storica. Per i punti TF01 e TF02 nel corso del 2016 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

Nel grafico di Figura 9 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nei sedimenti campionati nel punto TF02. Nel corso del 2016 è stata condotta un'indagine radiologica straordinaria durante lo scarico di effluenti radioattivi liquidi effettuato dalla Centrale nel periodo dal 22/02/2016 al 12/03/2016. Questi dati in più, oltre quelli provenienti dal monitoraggio ordinario, spiegano la concentrazione di misure visibile nel grafico nel suddetto periodo. La linea orizzontale rappresenta il limite di azione basato sulla serie storica dei dati.

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

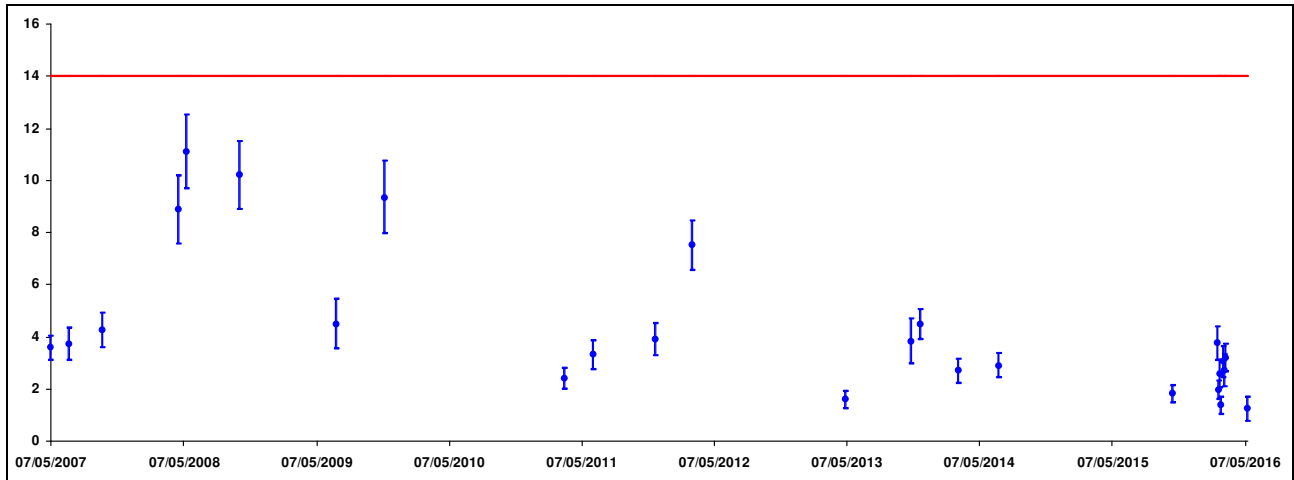
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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



Figura 9 Andamento della concentrazione di Cs-137 nei sedimenti campionati nel punto TF02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il limite di azione basato sulla serie storica dei dati.



### Particolato atmosferico

- *Il punto di campionamento posizionato all'interno della Centrale "E. Fermi" è finalizzato al controllo degli scarichi di effluenti radioattivi aeriformi.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 10 e Tabella A 11.*
- *Nel corso del 2016 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*



Il particolato atmosferico è prelevato in continuo, a partire da fine novembre 2015, in un punto posto all'interno della Centrale "E. Fermi" (TA01) con la finalità di controllare gli effluenti aeriformi dell'impianto stesso. 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 10).

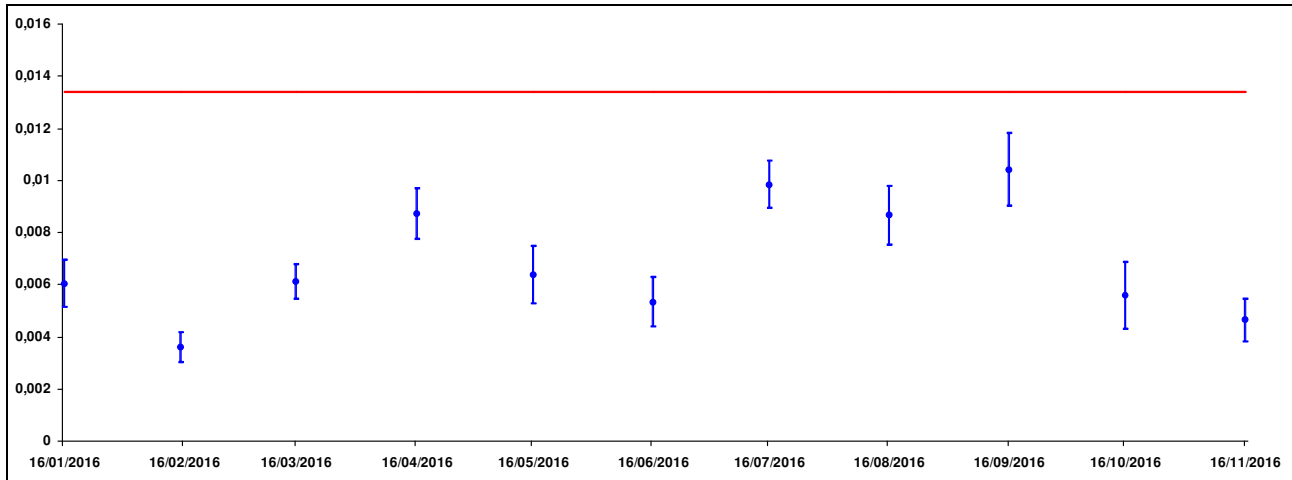
#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 10 Andamento della concentrazione di Be-7 nel particolato atmosferico campionato presso la centrale “E. Fermi” di Trino ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). La linea orizzontale rappresenta il limite di azione basato sulla serie storica dei dati.



Nel grafico di Figura 11 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 12 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 13 e Figura 14) 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.

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Figura 11 Andamento delle misure di screening di attività Alfa totale nel particolato atmosferico campionato presso la centrale "E. Fermi" di Trino ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). La linea orizzontale rappresenta il limite di azione per l'attività Alfa totale.

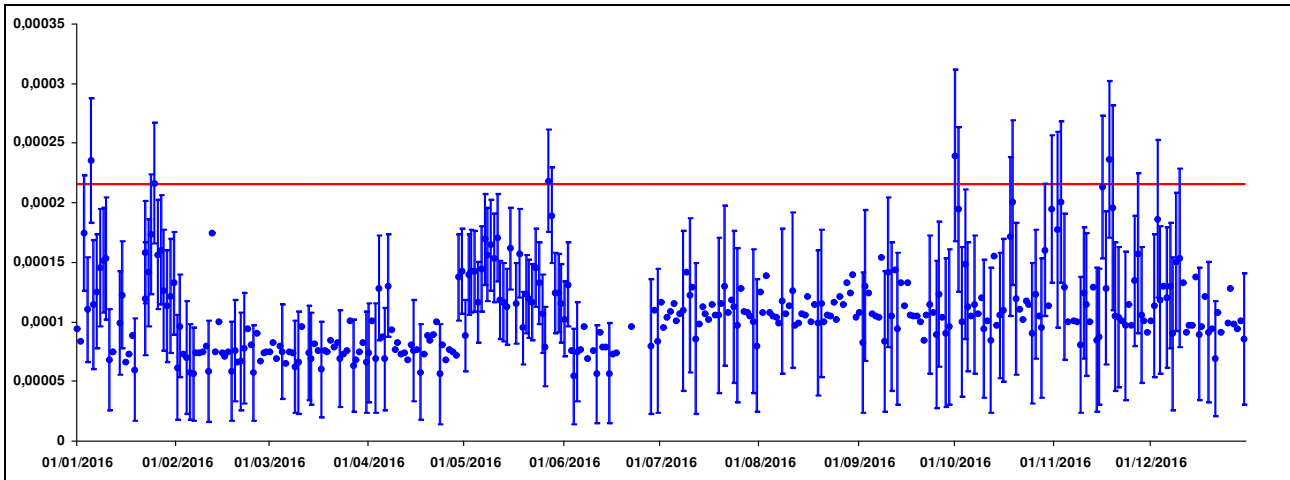
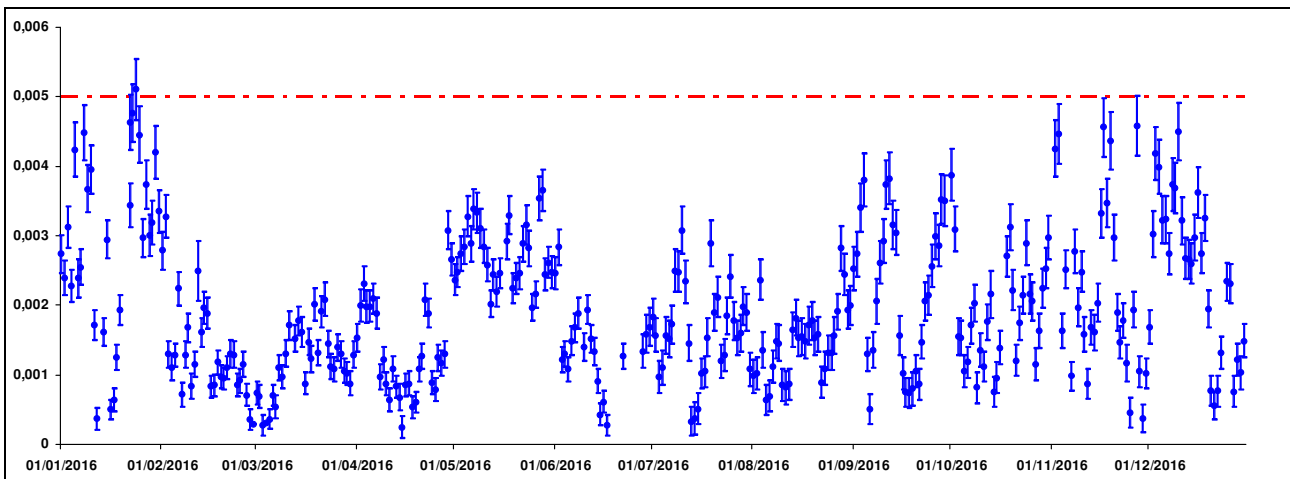


Figura 12 Andamento delle misure di screening di attività Beta totale nel particolato atmosferico campionato presso la centrale "E. Fermi" di Trino ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). La linea orizzontale rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Figura 13 Andamento delle misure di screening di attività Alfa totale nel particolato atmosferico campionato presso la sede Arpa di Vercelli ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* per l'attività Alfa totale.

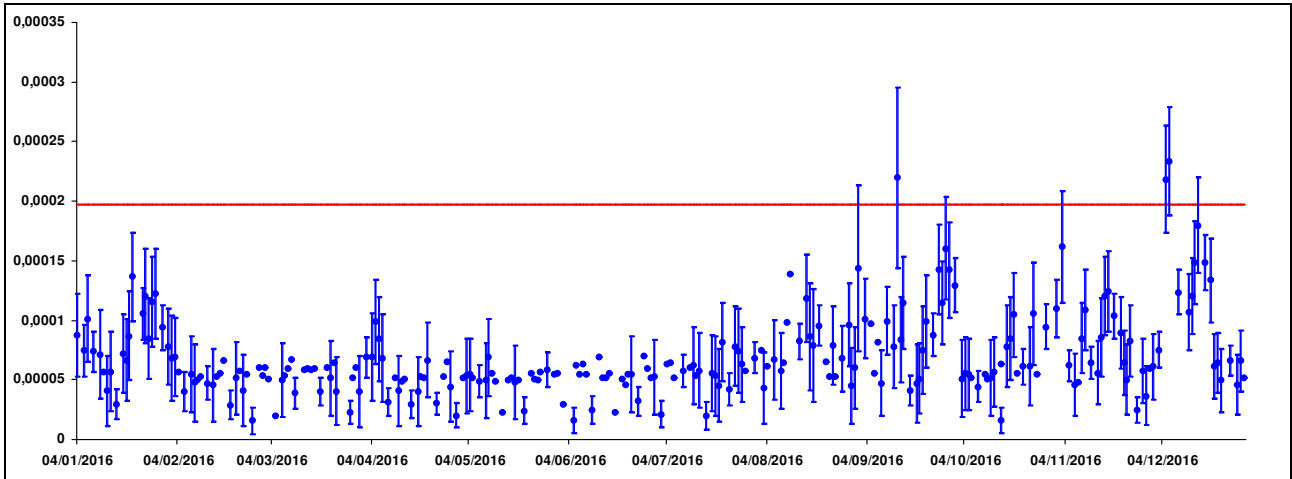
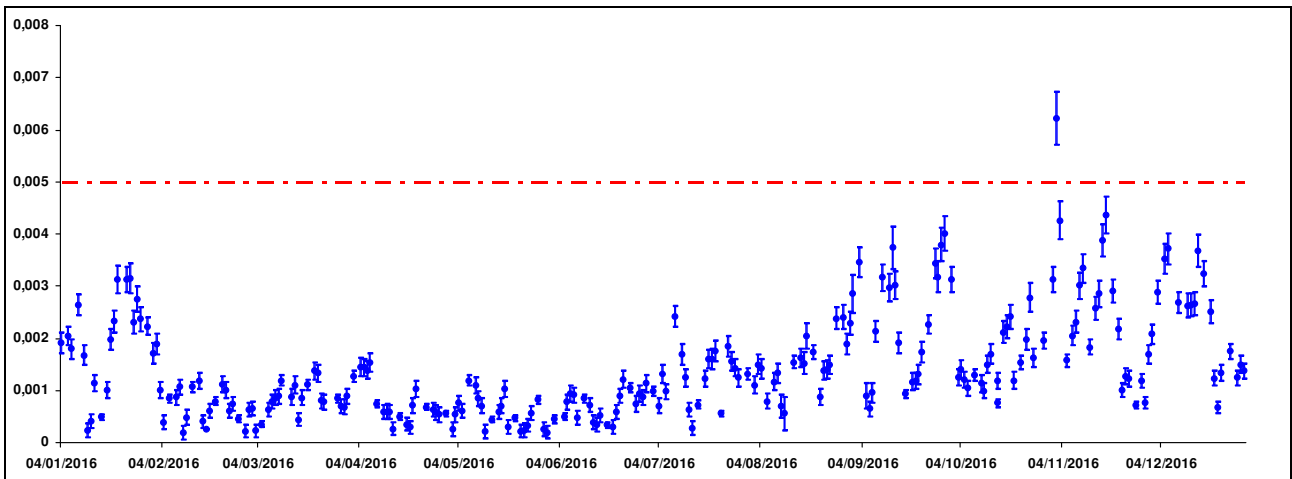


Figura 14 Andamento delle misure di screening di attività Beta totale nel particolato atmosferico campionato presso la sede Arpa di Vercelli ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ). La linea orizzontale rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



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

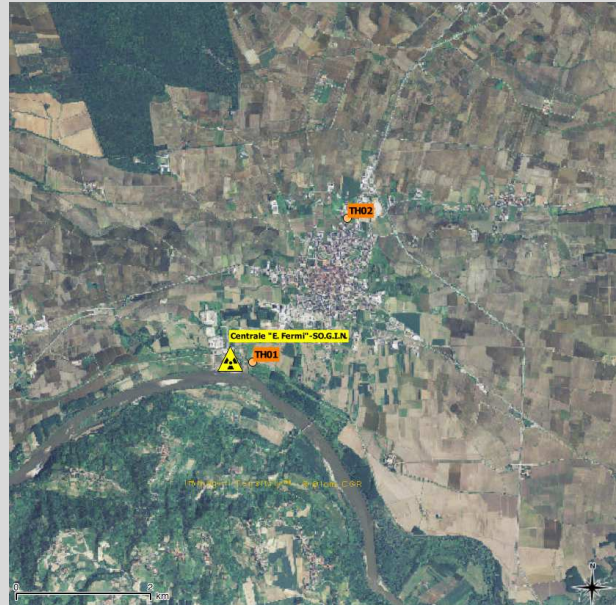
Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## Miele

- *E' un bioaccumulatore e un indicatore di presenza di contaminazione. Non rilevante per la dieta.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 6 Risultati delle misure sui campioni di miele (Bq/kg)..*
- *Nei due campioni non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*



Nel mese di giugno 2016 è stato introdotto nel monitoraggio ordinario il miele di acacia, in cui non è stata rivelata alcuna traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali. I risultati delle misure sono sempre inferiori al *Limite di rivelabilità* strumentale e, dal momento che per questa matrice non sono definibili *valori soglia per la non rilevanza radiologica*, la valutazione dei risultati analitici sarà effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti *limiti di azione* quando sarà disponibile un congruo numero di dati.

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

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

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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



### ***Pesce siluro***

- *E' un bioaccumulatore e un indicatore di presenza di contaminazione.*
- *Non fa parte della dieta della popolazione.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 7 Risultati delle misure sui campioni di pesce siluro (Bq/kg).*
- *Nel corso del 2016 è stata rivelata la presenza di Cs-137.*



Nel mese di novembre 2015, è stato introdotto nel monitoraggio ordinario il pesce siluro, una specie ittica originaria del Danubio che ha colonizzato, tra gli altri fiumi, anche il Po. Il punto di campionamento è individuato sulla cartina con la sigla TF07. Nei due campioni pescati nel il mese di dicembre 2015 e nel mese di luglio 2016 è stata rivelata la presenza di Cs-137, presente nei sedimenti del fiume ed accumulato per incorporazione dal pesce che si trova all'apice della catena alimentare ed attende le prede sul fondo del letto del fiume. Il campione relativo al secondo semestre 2016 non era disponibile.

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

### **Foglie di salice**

- *E' un bioaccumulatore e un indicatore di presenza di contaminazione.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 8 Risultati delle misure sui campioni di foglie di salice (Bq/kg)..*
- *Nel corso del 2016 è stata rivelata la presenza di Cs-137 e Sr-90.*



Nel mese di novembre 2015, sono state introdotte nel monitoraggio ordinario le foglie di salice prelevate nei punti TF02 e TF07 evidenziati sulla cartina.

Questa matrice rappresenta un bioaccumulatore e, come tale, un ottimo indicatore della presenza di contaminazione ambientale, in particolare per quanto riguarda il Cs-137.

Nei campioni prelevati è stata rivelata la presenza di Cs-137 e Sr-90, compatibili con l'evento incidentale di Chernobyl e con le esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '50 e '60 del secolo scorso.

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

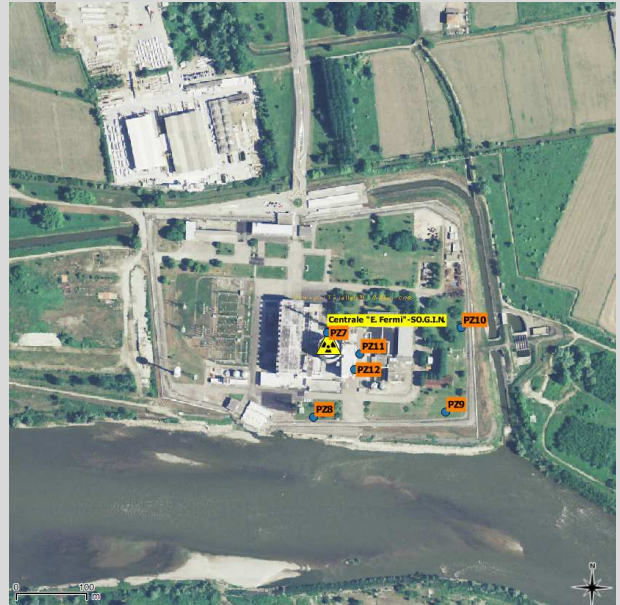
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

### **Pozzi interni centrale E. Fermi**

- *Pozzi interni, dati non utilizzabili per dose alla popolazione.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella A 9 Risultati delle misure alfa e beta totali, gamma, trizio e stronzio sui campioni di acqua di falda superficiale dei pozzi interni della centrale E. Fermi (Bq/l). e in Tabella A 10 Risultati delle misure di Fe-55, Ni-59, Ni-63 e plutonio sui campioni di acqua di falda dei pozzi interni della centrale E. Fermi (Bq/l)..*
- *Nella caratterizzazione eseguita in occasione dell'unico campionamento del 2016 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi artificiali.*



Nel mese di dicembre 2016, è stato introdotto il monitoraggio dei pozzi interni della centrale E. Fermi, identificati con le sigle PZ7, PZ8, PZ9, PZ10, PZ11, PZ12. Essendo il primo campionamento, si è proceduto alla caratterizzazione completa delle acque. I risultati sono elencati Tabella A 9 Risultati delle misure alfa e beta totali, gamma, trizio e stronzio sui campioni di acqua di falda superficiale dei pozzi interni della centrale E. Fermi (Bq/l). e in Tabella A 10 Risultati delle misure di Fe-55, Ni-59, Ni-63 e plutonio sui campioni di acqua di falda dei pozzi interni della centrale E. Fermi (Bq/l).. In nessuno dei campioni è stata rivelata la presenza di radionuclidi artificiali.

## **10 ATTIVITÀ DI CONTROLLO**

### **10.1 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.

Il D.M. 02/08/2012 - con il quale viene concessa a SO.G.I.N. l'autorizzazione alla disattivazione – assegna all'impianto nuove formule di scarico basate sul principio del non superamento del limite di non rilevanza radiologica fissato dalla normativa vigente in 10 microSv/anno.

In particolare stabilisce che nel corso di un anno solare il quantitativo di radioisotopi scaricati nell'ambiente sia tale da non portare al superamento delle dosi di:

- 8 microSv/anno per gli scarichi liquidi
- 2 microSv/anno per gli scarichi aeriformi.

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

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

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

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

In Tabella 3 sono riassunti gli impegni delle formule di scarico per gli effluenti radioattivi liquidi riportando il confronto con gli anni precedenti. Le valutazioni sono effettuate sulla base dei dati forniti da SO.G.I.N. fino all'anno 2008 e dei dati Arpa in seguito.

Tabella 3 Impegno della formula di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Impegno formula di scarico</b>	9,2%	3,4%	2,3%	2,6%	1,6%	1,3%	1,3%	1,03%	0,01%	0,033%	0,0067%	0,023%

I controlli ambientali effettuati dopo ogni scarico di effluenti radioattivi liquidi hanno consentito di escludere fenomeni di accumulo a conferma della corretta diluizione degli scarichi, come si evidenzia dal grafico di Figura 9.

In particolare è stata condotta un'indagine radiologica straordinaria durante lo scarico di effluenti radioattivi liquidi effettuato dalla Centrale nel periodo dal 22/02/2016 al 12/03/2016.

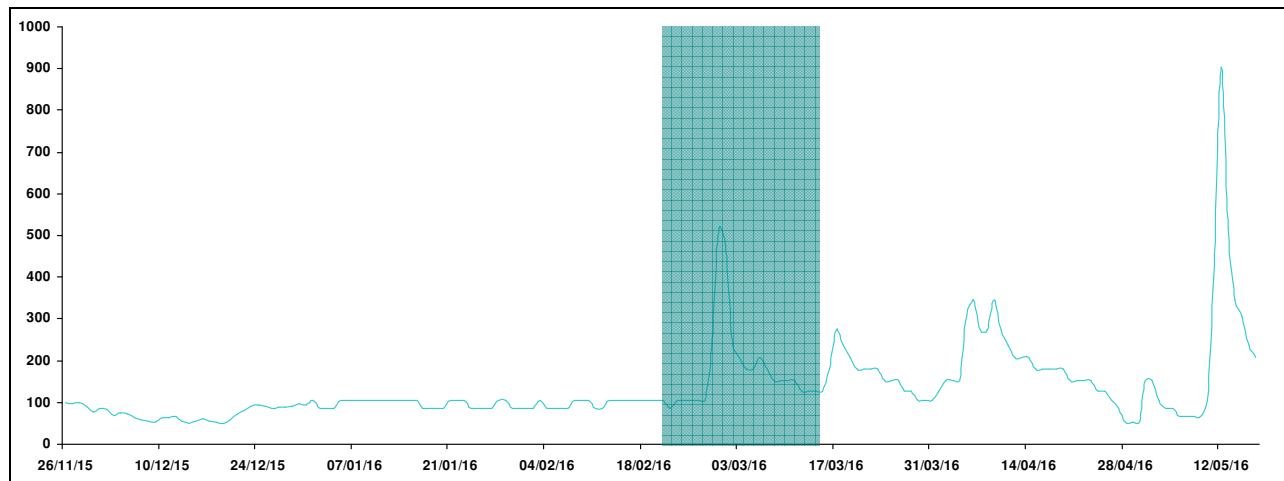
Il dettaglio dello scarico è riportato in Tabella 4. Complessivamente è stata scaricata un'attiva pari a  $1,02E+08$  Bq, corrispondenti ad un impegno dello 0,017% della formula di scarico.

L'andamento della portata del Fiume Po – rilevata a Crescentino (VC) – è riportato in Figura 15.

Tabella 4 Effluenti radioattivi liquidi scaricati nel Fiume Po nel periodo dal 22/02/2016 al 12/03/2016 (Bq/l).

Campione	Data campionamento	Serbatoio	Volume scaricato (m <sup>3</sup> )	Am-241	Cs-134	Cs-137	Co-60	Sr-90	H-3	Attività scaricata (Bq)
2015/011144	26/02/2015	Yard 1	160	< 12,9	< 7,40	25,3 ± 4,1	49,4 ± 4,9	0,82 ± 0,31	191 ± 11	4,59E+07
2015/049004	23/09/2015	Yard 2	160	< 1,48	< 0,21	23,2 ± 2,0	66,5 ± 4,1	0,46 ± 0,05	147 ± 8	3,82E+07
2015/049226	25/09/2015	Mix 1	95	< 1,16	< 0,36	34,9 ± 2,3	31,2 ± 2,0	0,92 ± 0,09	118 ± 7	1,77E+07

Figura 15 Andamento della portata del Fiume Po (m<sup>3</sup>/s). E' evidenziato il periodo in cui sono stati effettuati gli scarichi.



Arpa Piemonte ha effettuato campionamenti di acqua superficiale, sia in assenza di scarichi (Tabella A 12) sia durante gli scarichi (Tabella A 13) nei punti TF01, TF02 e TF07, e di sedimento fluviale nel punto TF02 (Tabella A 14), già storicamente individuato per il controllo degli scarichi di effluenti radioattivi liquidi.

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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



Nei grafici di Figura 16, Figura 17 e Figura 18 sono riportati a titolo esemplificativo gli andamenti della concentrazione dell'attività Beta totale nei punti TF01, TF02 e TF07 rispettivamente. La linea orizzontale rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. Non si osservano variazioni significative tra i diversi punti di campionamento né tra i campioni effettuati in assenza o in presenza di scarichi.

Figura 16 Andamento della concentrazione Beta totale nell'acqua superficiale prelevata nel punto TF01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. E' evidenziato il periodo in cui sono stati effettuati gli scarichi.

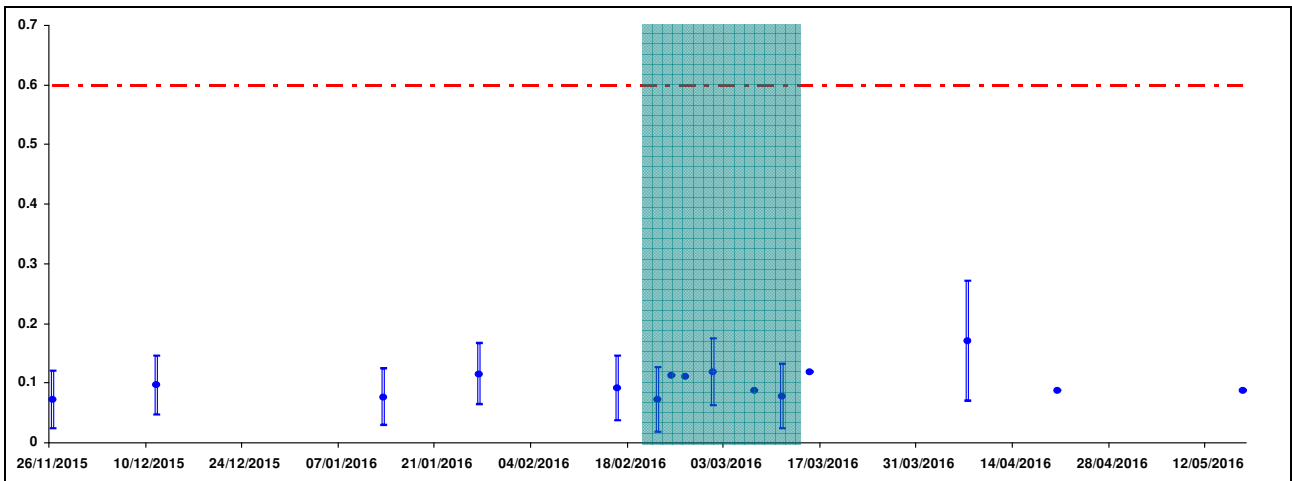
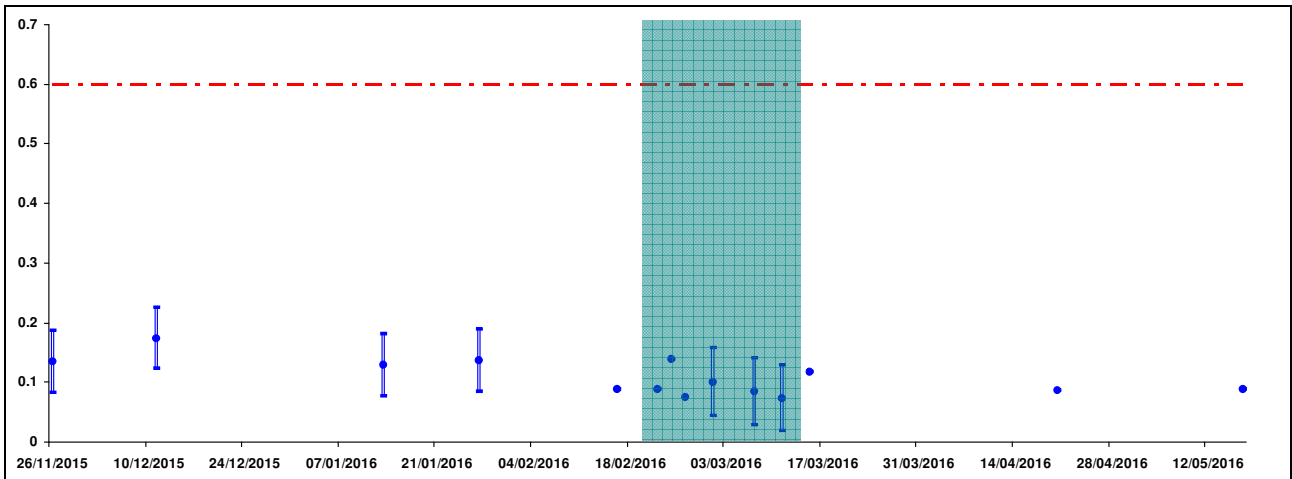


Figura 17 Andamento della concentrazione Beta totale nell'acqua superficiale prelevata nel punto TF02 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. E' evidenziato il periodo in cui sono stati effettuati gli scarichi.



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

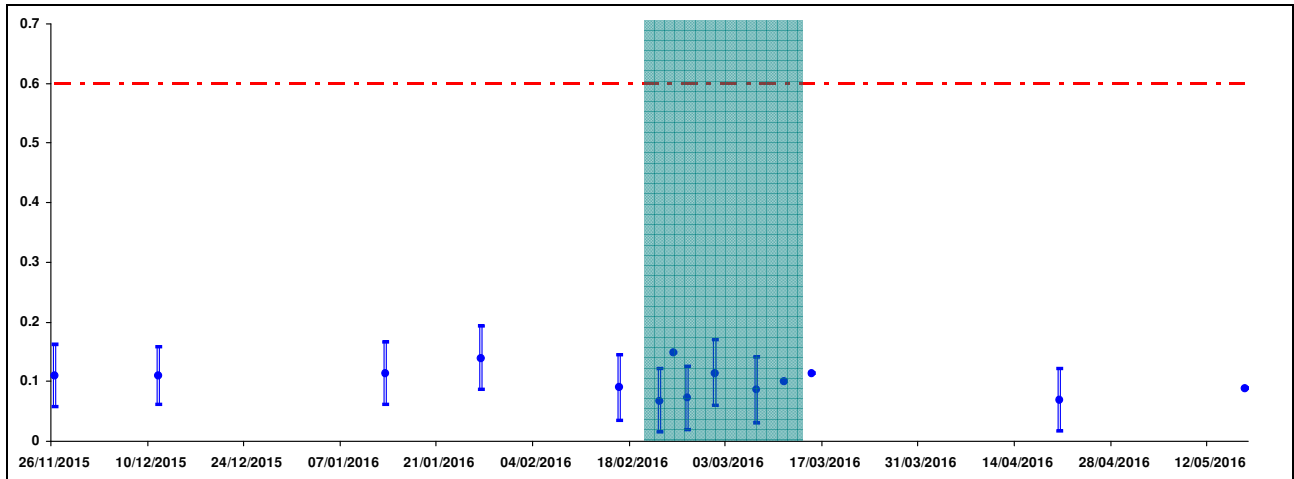
Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

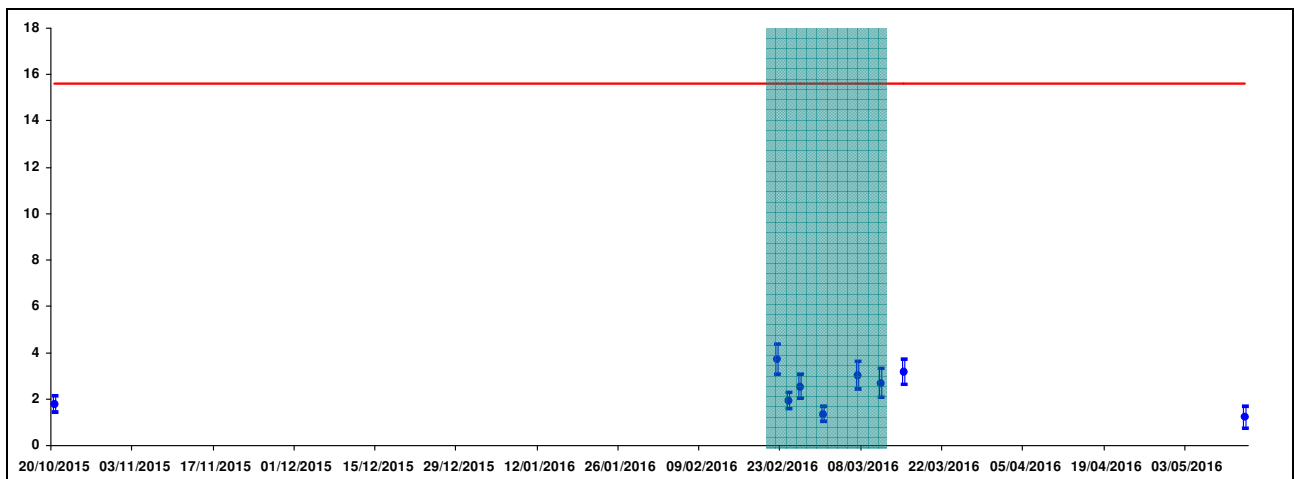


Figura 18 Andamento della concentrazione Beta totale nell'acqua superficiale prelevata nel punto TF07 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. E' evidenziato il periodo in cui sono stati effettuati gli scarichi



Nel grafico di Figura 19 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nei sedimenti campionati nel punto TF02. La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati. Non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica né situazioni di accumulo.

Figura 19 Andamento della concentrazione di Cs-137 nei sedimenti campionati nel punto TF02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il limite di azione basato sulla serie storica dei dati.



I risultati dell'indagine radiologica ambientale straordinaria condotta durante lo scarico di effluenti radioattivi liquidi non hanno evidenziato fenomeni di accumulo in ambiente. Lo scarico effettuato in condizioni di elevata portata del fiume Po assicura dunque l'adeguata diluizione degli effluenti immessi in ambiente.

Sugli effluenti aeriformi è stato avviato il controllo indiretto attraverso la postazione di campionamento del particolato atmosferico situata all'interno della Centrale (Paragrafo 8).

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## 11 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 ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di non rilevanza radiologica di 10 microSv/anno per gli *individui di riferimento*. In Tabella 5 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 rivelata la presenza di uno dei radionuclidi di riferimento il suo contributo alla dose non sarà zero. Si sottolinea che questo approccio, notevolmente cautelativo, può portare all'apparente paradosso di matrici in cui non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi che forniscono, però, un contributo alla dose non nullo.

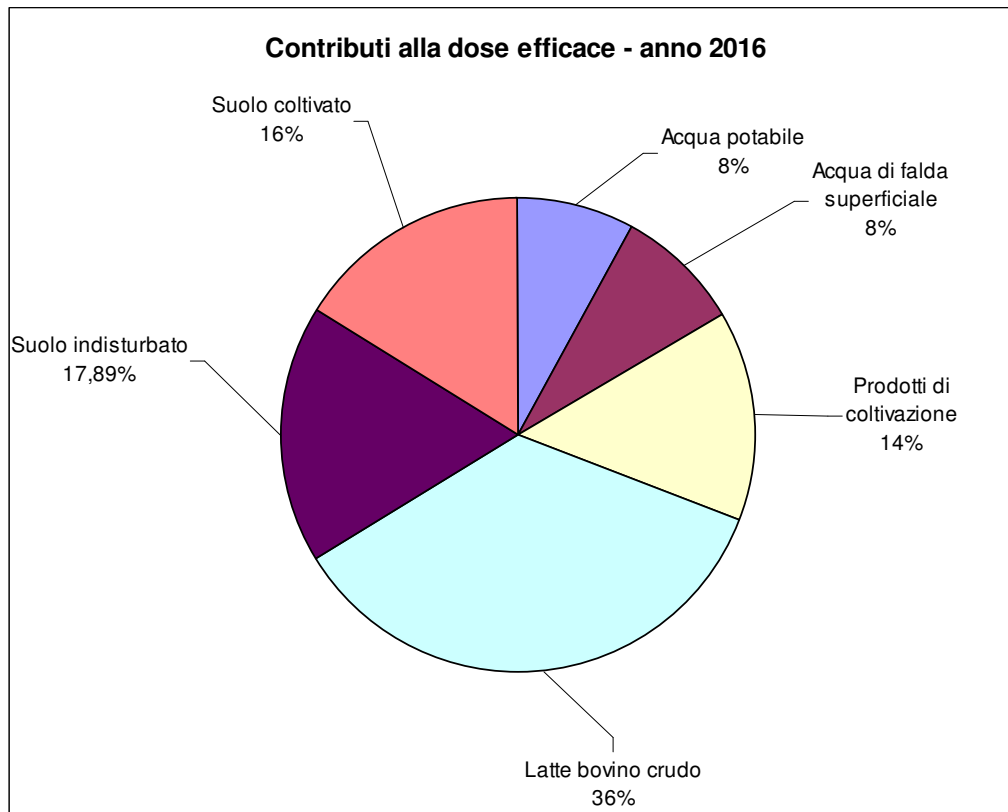
Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo adottate.

Tabella 5 Stima della dose efficace alla popolazione – anno 2016.

Via critica	Matrice	Dose microSv/anno
Ingestione	Acqua potabile	0,215
	Acqua di falda superficiale	0,224
	Prodotti di coltivazione	0,376
	Latte bovino crudo	0,938
Inalazione	-	-
Irraggiamento	Suolo	0,474
	Suolo coltivato	0,424
<b>Totale</b>		<b>2,651</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>10</b>

In Figura 20 sono rappresentati i contributi percentuali alla *dose efficace*.

Figura 20 Contributi percentuali alla dose efficace.



## 12 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 delle concentrazioni di attività Alfa totale e Beta totale nel particolato atmosferico correlabili all'aumentato inquinamento atmosferico causato dalla prolungata assenza di precipitazioni ed osservato anche negli altri punti di campionamento.

Inoltre non si sono mai evidenziati andamenti anomali rispetto alle serie storiche dei dati.

Il calcolo della *dose efficace* agli *individui di riferimento* della popolazione ha confermato che è stato rispettato il *limite di non rilevanza radiologica* di 10 microSv/anno, come suggerito dal rispetto dei livelli di riferimento adottati.

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

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

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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

## ALLEGATO 1 – Risultati delle misure

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

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90
TQ01	16/026251	16/05/2016	0,140 ± 0,072	0,367 ± 0,115	< 0,0164	< 0,00565	< 0,00509	< 1,72	-
TQ01	16/060208	21/11/2016	0,135 ± 0,058	0,150 ± 0,079	< 0,0129	< 0,00275	< 0,00345	< 1,88	< 0,00428
TQ02	16/026253	16/05/2016	0,153 ± 0,074	0,286 ± 0,108	< 0,00927	< 0,00490	< 0,00828	< 1,72	-
TQ02	16/060209	21/11/2016	0,0664 ± 0,0460	< 0,194	< 0,0151	< 0,00298	< 0,00493	< 1,96	< 0,00578

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

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90
TO04	16/034166	28/06/2016	< 0,175	0,425 ± 0,116	< 0,0179	< 0,00330	< 0,00429	< 1,70	-
TO04	16/056482	25/10/2016	< 0,112	0,447 ± 0,116	< 0,0169	< 0,00586	< 0,00575	< 2,31	< 0,00432
TP01	16/026256	16/05/2016	0,228 ± 0,087	0,309 ± 0,110	< 0,0168	< 0,00504	< 0,00106	< 1,93	-
TP01	16/060210	21/11/2016	0,109 ± 0,068	0,185 ± 0,101	< 0,00627	< 0,00224	< 0,00144	< 1,97	< 0,00648
TP02	16/028696	31/05/2016	0,144 ± 0,069	0,582 ± 0,128	< 0,0135	< 0,00482	< 0,00765	< 1,70	-
TP02	16/060355	23/11/2016	< 0,112	0,291 ± 0,096	< 0,0150	< 0,00331	< 0,00657	< 1,64	< 0,00592
TP03	16/026259	16/05/2016	0,0939 ± 0,0617	0,208 ± 0,100	< 0,0225	< 0,00691	< 0,0123	< 1,71	-
TP03	16/060211	21/11/2016	0,0961 ± 0,0583	< 0,176	< 0,0114	< 0,00136	< 0,00235	< 1,75	< 0,00485

Tabella A 3 Risultati delle misure sui campioni di alimenti di produzione locale (Bq/kg).

Alimento	Punto	Campione	Data	Cs-137	Co-60
Lattuga	TO04	16/034167	28/06/2016	< 0,193	< 0,200
Lattuga	TO04	16/056484	25/10/2016	< 0,185	< 0,227
Mais	TM01	16/045176	01/09/2016	< 0,220	< 0,144
Mais	TM02	16/045178	01/09/2016	< 0,0964	< 0,282
Mais	TM03	16/045277	02/09/2016	< 0,0582	< 0,356
Riso	TR01	16/046376	07/09/2016	< 0,168	< 0,319
Riso	TR02	16/046378	07/09/2016	< 0,335	< 0,0714
Riso	TR03	16/045275	02/09/2016	< 0,164	< 0,284

Tabella A 4 Risultati delle misure sui campioni di latte vaccino crudo di produzione locale (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Cs-137	Co-60	Sr-90
TC01	16/028085	25/05/2016	< 0,255	< 0,434	-
TC01	16/060357	23/11/2016	< 0,174	< 0,0583	< 0,0168
TC02	16/025387	11/05/2016	< 0,183	< 0,223	-
TC02	16/060716	29/11/2016	< 0,188	< 0,281	< 0,0189
TC03	16/025386	11/05/2016	< 0,121	< 0,0553	-
TC03	16/060206	21/11/2016	< 0,0421	< 0,0920	< 0,0159

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

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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



Tabella A 5 Risultati delle misure sui campioni di suolo – strato superficiale 0-5 cm (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	Am-241	Cs-137	Co-60
TS01	16/016142	23/03/2016	< 3,64	12,6 ± 1,3	< 0,920
TS01	16/056487	25/10/2016	< 2,48	12,2 ± 1,3	< 0,884
TS02	16/016143	23/03/2016	< 2,19	13,0 ± 1,6	< 1,14
TS02	16/056489	25/10/2016	< 2,26	5,41 ± 0,76	< 0,643
TS03	16/016144	23/03/2016	< 2,53	11,8 ± 1,3	< 0,211
TS03	16/056491	25/10/2016	< 1,49	16,4 ± 1,6	< 0,493
TS04	16/016145	23/03/2016	< 2,34	83,7 ± 7,0	< 1,05
TS04	16/056492	25/10/2016	< 2,25	82,5 ± 6,8	< 0,294
TS05	16/016146	23/03/2016	< 3,00	7,57 ± 0,91	< 0,939
TS05	16/056494	25/10/2016	< 1,17	1,58 ± 0,48	< 0,771
TS06	16/016147	23/03/2016	< 3,13	14,0 ± 1,5	< 1,08
TS06	16/056496	25/10/2016	< 3,17	5,36 ± 0,8	< 0,442
TS07	16/016148	23/03/2016	< 1,51	27,7 ± 2,7	< 0,261
TS07	16/056498	25/10/2016	< 2,07	15,6 ± 1,6	< 1,08
TS08	16/016149	23/03/2016	< 2,96	24,0 ± 2,2	< 0,890
TS08	16/056499	25/10/2016	< 2,80	2,97 ± 0,9	< 1,48
TS09	16/016150	23/03/2016	< 2,54	11,8 ± 1,3	< 0,710
TS09	16/056500	25/10/2016	< 3,90	15,3 ± 1,7	< 0,829

Tabella A 6 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	Am-241	Cs-137	Co-60
TM01	16/045175	01/09/2016	< 3,21	12,2 ± 1,4	< 0,776
TM02	16/045177	01/09/2016	< 2,19	8,49 ± 1,00	< 0,810
TM03	16/045276	02/09/2016	< 3,10	6,15 ± 0,81	< 0,311
TR01	16/046373	07/09/2016	< 1,35	7,67 ± 0,88	< 0,359
TR02	16/046377	07/09/2016	< 2,77	9,80 ± 1,08	< 0,195
TR03	16/045274	02/09/2016	< 1,77	14,2 ± 1,5	< 0,717

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

Punto	Campione	Data campionamento	Cs-137	Co-60
TS09	16/016151	23/03/2016	< 4,33	< 3,36
TS09	16/056501	25/10/2016	< 3,59	< 2,77

Tabella A 8 Risultati delle misure sui campioni di acqua superficiale del Po (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3
TF01	16/019119	07/04/2016	0,139 ± 0,066	0,170 ± 0,100	< 0,0152	< 0,00487	< 0,00333	< 2,12
TF01	16/059458	15/11/2016	0,0463 ± 0,0127	0,119 ± 0,052	< 0,0163	< 0,00124	< 0,00114	< 2,02
TF02	16/021635	20/04/2016	< 0,0136	< 0,0872	< 0,0185	< 0,00317	< 0,00654	< 1,73
TF02	16/059460	15/11/2016	0,0487 ± 0,0119	0,100 ± 0,045	< 0,00910	< 0,00127	< 0,00345	< 1,92
TF06	16/019121	07/04/2016	< 0,145	0,267 ± 0,110	< 0,00587	< 0,00452	< 0,00696	< 1,74
TF06	16/059472	15/11/2016	< 0,0123	< 0,0692	< 0,00749	< 0,00275	< 0,00476	< 1,98
TF07	16/021638	20/04/2016	0,0165 ± 0,0090	0,0693 ± 0,0527	< 0,00654	< 0,00589	< 0,00157	< 2,05
TF07	16/059464	15/11/2016	< 0,0159	< 0,0892	< 0,0198	< 0,00130	< 0,00776	< 1,95

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Tabella A 9 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti fluviali del Po (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	Am-241	Cs-137	Co-60
TF01	16/019118	07/04/2016	< 2,15	6,83 ± 0,85	< 0,429
TF01	16/059459	15/11/2016	< 2,86	9,90 ± 1,33	< 1,38
TF02	16/009918	22/02/2016	< 1,28	3,74 ± 0,65	< 0,789
TF02	16/011626	24/02/2016	< 2,05	1,94 ± 0,37	< 0,543
TF02	16/012333	26/02/2016	< 1,15	2,56 ± 0,54	< 0,761
TF02	16/012607	01/03/2016	< 1,61	1,36 ± 0,33	< 0,282
TF02	16/013566	07/03/2016	< 3,06	3,03 ± 0,61	< 0,736
TF02	16/014185	11/03/2016	< 2,06	2,69 ± 0,62	< 0,251
TF02	16/014591	15/03/2016	< 2,53	3,19 ± 0,53	< 0,559
TF02	16/025911	13/05/2016	< 1,94	1,22 ± 0,46	< 0,958
TF06	16/019120	07/04/2016	< 2,88	2,14 ± 0,44	< 1,24
TF06	16/059471	15/11/2016	< 3,03	2,22 ± 0,44	< 0,551

Tabella A 10 Risultati delle misure sui campioni compositi mensili di particolato atmosferico prelevati presso il punto di campionamento all'interno della Centrale "E. Fermi" (Bq/m<sup>3</sup>).

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Cs-137	Be-7
TA01	16/009038	01/01/2016	01/02/2016	< 0,0000603	0,00603 ± 0,00091
TA01	16/014189	01/02/2016	01/03/2016	< 0,0000693	0,00358 ± 0,00057
TA01	16/020829	01/03/2016	01/04/2016	< 0,0000160	0,00610 ± 0,00068
TA01	16/027057	01/04/2016	01/05/2016	< 0,0000695	0,00870 ± 0,00098
TA01	16/031018	01/05/2016	01/06/2016	< 0,0000686	0,00636 ± 0,00112
TA01	16/036517	01/06/2016	01/07/2016	< 0,000115	0,00532 ± 0,00094
TA01	16/042656	01/07/2016	01/08/2016	< 0,0000185	0,00983 ± 0,00092
TA01	16/047849	01/08/2016	01/09/2016	< 0,0000580	0,00865 ± 0,00112
TA01	16/057575	01/09/2016	01/10/2016	< 0,0000702	0,0104 ± 0,0014
TA01	16/060304	01/10/2016	01/11/2016	< 0,0000221	0,00556 ± 0,00128
TA01	16/062650	02/11/2016	01/12/2016	< 0,0000292	0,00463 ± 0,00082
TA01	17/004158	01/12/2016	01/01/2017	< 0,0000904	0,00651 ± 0,00079

Tabella A 11 Risultati delle misure sui filtri giornalieri di particolato atmosferico prelevati presso il punto di campionamento all'interno della Centrale "E. Fermi" (Bq/m<sup>3</sup>).

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/002773	01/01/2016	02/01/2016	< 0,0000936	0,00273 ± 0,00027
TA01	16/002774	02/01/2016	03/01/2016	< 0,0000827	0,00238 ± 0,00025
TA01	16/002775	03/01/2016	04/01/2016	0,000174 ± 0,000048	0,00312 ± 0,00030
TA01	16/002776	04/01/2016	05/01/2016	0,000110 ± 0,000044	0,00227 ± 0,00023
TA01	16/002777	05/01/2016	06/01/2016	0,000235 ± 0,000052	0,00423 ± 0,00039
TA01	16/002778	06/01/2016	07/01/2016	0,000114 ± 0,000054	0,00238 ± 0,00027
TA01	16/002779	07/01/2016	08/01/2016	0,000125 ± 0,000048	0,00254 ± 0,00026
TA01	16/003663	08/01/2016	09/01/2016	0,000145 ± 0,000049	0,00447 ± 0,00040
TA01	16/003664	09/01/2016	10/01/2016	0,000151 ± 0,000044	0,00367 ± 0,00034
TA01	16/003665	10/01/2016	11/01/2016	0,000153 ± 0,000051	0,00394 ± 0,00035

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/003666	11/01/2016	12/01/2016	0,0000678 ± 0,0000429	0,00171 ± 0,00021
TA01	16/003667	12/01/2016	13/01/2016	< 0,0000741	0,000363 ± 0,000156
TA01	16/003668	14/01/2016	15/01/2016	0,0000985 ± 0,0000433	0,00161 ± 0,00020
TA01	16/005550	15/01/2016	16/01/2016	0,000122 ± 0,000045	0,00294 ± 0,00027
TA01	16/005555	16/01/2016	17/01/2016	< 0,0000659	0,00049 ± 0,000145
TA01	16/005557	17/01/2016	18/01/2016	< 0,0000726	0,000626 ± 0,00017
TA01	16/005560	18/01/2016	19/01/2016	< 0,0000876	0,00124 ± 0,00018
TA01	16/005563	19/01/2016	20/01/2016	0,0000593 ± 0,0000428	0,00192 ± 0,00022
TA01	16/005564	22/01/2016	22/01/2016	0,000158 ± 0,000043	0,00343 ± 0,00032
TA01	16/006558	22/01/2016	23/01/2016	0,000119 ± 0,000047	0,00462 ± 0,00040
TA01	16/006559	23/01/2016	24/01/2016	0,000141 ± 0,000045	0,00476 ± 0,00041
TA01	16/006560	24/01/2016	25/01/2016	0,000173 ± 0,000050	0,00510 ± 0,00044
TA01	16/006561	25/01/2016	26/01/2016	0,000216 ± 0,000051	0,00445 ± 0,00040
TA01	16/006562	26/01/2016	27/01/2016	0,000156 ± 0,000046	0,00296 ± 0,00027
TA01	16/006563	27/01/2016	28/01/2016	0,000160 ± 0,000046	0,00373 ± 0,00035
TA01	16/006564	28/01/2016	29/01/2016	0,000126 ± 0,000051	0,00300 ± 0,00030
TA01	16/007755	29/01/2016	30/01/2016	0,000113 ± 0,000047	0,00318 ± 0,00031
TA01	16/007756	30/01/2016	31/01/2016	0,000121 ± 0,000048	0,00420 ± 0,00038
TA01	16/007757	31/01/2016	01/02/2016	0,000132 ± 0,000043	0,00334 ± 0,00031
TA01	16/007758	01/02/2016	02/02/2016	0,0000613 ± 0,0000443	0,00278 ± 0,00027
TA01	16/007759	02/02/2016	03/02/2016	0,0000960 ± 0,0000433	0,00327 ± 0,00031
TA01	16/007760	03/02/2016	04/02/2016	< 0,0000722	0,00129 ± 0,00019
TA01	16/007762	04/02/2016	05/02/2016	0,0000700 ± 0,0000473	0,00110 ± 0,00019
TA01	16/008850	05/02/2016	06/02/2016	0,0000575 ± 0,0000397	0,00128 ± 0,00017
TA01	16/008851	06/02/2016	07/02/2016	0,0000557 ± 0,0000394	0,00223 ± 0,00024
TA01	16/008854	07/02/2016	08/02/2016	< 0,0000734	0,000707 ± 0,000174
TA01	16/008855	08/02/2016	09/02/2016	< 0,0000732	0,00128 ± 0,00019
TA01	16/008857	09/02/2016	10/02/2016	< 0,0000742	0,00167 ± 0,00021
TA01	16/008858	10/02/2016	11/02/2016	< 0,0000788	0,000834 ± 0,000181
TA01	16/008860	11/02/2016	12/02/2016	0,0000581 ± 0,0000426	0,00114 ± 0,00018
TA01	16/011367	12/02/2016	12/02/2016	< 0,000174	0,00249 ± 0,00043
TA01	16/011369	13/02/2016	14/02/2016	< 0,0000749	0,00160 ± 0,00021
TA01	16/011371	14/02/2016	15/02/2016	< 0,0000998	0,00196 ± 0,00023
TA01	16/011373	15/02/2016	16/02/2016	< 0,0000735	0,00188 ± 0,00022
TA01	16/011374	16/02/2016	17/02/2016	< 0,0000707	0,000824 ± 0,000161
TA01	16/011375	17/02/2016	18/02/2016	< 0,0000746	0,000840 ± 0,000160
TA01	16/011376	18/02/2016	19/02/2016	0,0000580 ± 0,0000417	0,00117 ± 0,00018
TA01	16/012593	19/02/2016	20/02/2016	0,0000754 ± 0,0000425	0,000964 ± 0,000167
TA01	16/012594	20/02/2016	21/02/2016	< 0,0000656	0,000940 ± 0,000159
TA01	16/012596	21/02/2016	22/02/2016	0,0000665 ± 0,0000412	0,00109 ± 0,00017
TA01	16/012597	22/02/2016	23/02/2016	0,0000775 ± 0,0000462	0,00130 ± 0,00020
TA01	16/012601	23/02/2016	24/02/2016	< 0,0000939	0,00128 ± 0,00019
TA01	16/012602	24/02/2016	25/02/2016	< 0,0000800	0,000847 ± 0,000165
TA01	16/012603	25/02/2016	26/02/2016	0,0000568 ± 0,0000401	0,000909 ± 0,000174
TA01	16/013681	26/02/2016	27/02/2016	< 0,0000901	0,00114 ± 0,00018

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/013683	27/02/2016	28/02/2016	< 0,0000665	0,000702 ± 0,000152
TA01	16/013684	28/02/2016	29/02/2016	< 0,0000734	0,00035 ± 0,000143
TA01	16/013685	29/02/2016	01/03/2016	< 0,0000748	< 0,000274
TA01	16/013687	01/03/2016	02/03/2016	< 0,0000744	0,000725 ± 0,000165
TA01	16/013688	02/03/2016	03/03/2016	< 0,000082	0,000684 ± 0,000169
TA01	16/013690	03/03/2016	04/03/2016	< 0,0000689	0,000267 ± 0,000152
TA01	16/014604	04/03/2016	05/03/2016	< 0,0000797	< 0,000292
TA01	16/014605	05/03/2016	06/03/2016	0,0000745 ± 0,0000399	0,000349 ± 0,000141
TA01	16/014606	06/03/2016	07/03/2016	< 0,0000645	0,000696 ± 0,000152
TA01	16/014608	07/03/2016	08/03/2016	< 0,0000743	0,000532 ± 0,000161
TA01	16/014609	08/03/2016	09/03/2016	< 0,0000731	0,00109 ± 0,00018
TA01	16/014610	09/03/2016	10/03/2016	0,0000621 ± 0,0000386	0,000961 ± 0,000171
TA01	16/014611	10/03/2016	11/03/2016	0,0000656 ± 0,0000429	0,00130 ± 0,00019
TA01	16/015403	11/03/2016	12/03/2016	< 0,0000954	0,00170 ± 0,0002
TA01	16/015404	13/03/2016	14/03/2016	0,0000734 ± 0,0000395	0,00151 ± 0,00019
TA01	16/015405	14/03/2016	15/03/2016	0,0000687 ± 0,0000391	0,00177 ± 0,00021
TA01	16/015406	15/03/2016	16/03/2016	< 0,0000811	0,00161 ± 0,00021
TA01	16/015407	16/03/2016	17/03/2016	< 0,0000755	0,000869 ± 0,000157
TA01	16/015408	17/03/2016	18/03/2016	0,0000597 ± 0,0000399	0,00146 ± 0,00019
TA01	16/016841	18/03/2016	19/03/2016	< 0,0000750	0,00122 ± 0,00019
TA01	16/016849	19/03/2016	20/03/2016	< 0,0000744	0,00200 ± 0,00023
TA01	16/016851	20/03/2016	21/03/2016	< 0,0000844	0,00131 ± 0,00019
TA01	16/016856	21/03/2016	22/03/2016	< 0,0000785	0,00190 ± 0,00022
TA01	16/016861	22/03/2016	23/03/2016	< 0,0000825	0,00208 ± 0,00024
TA01	16/016862	23/03/2016	24/03/2016	0,0000686 ± 0,0000403	0,00144 ± 0,00019
TA01	16/016863	24/03/2016	25/03/2016	< 0,0000724	0,00111 ± 0,00019
TA01	16/018248	25/03/2016	26/03/2016	< 0,0000751	0,00107 ± 0,00018
TA01	16/018249	26/03/2016	27/03/2016	< 0,000101	0,00139 ± 0,00019
TA01	16/018251	27/03/2016	28/03/2016	0,0000629 ± 0,0000391	0,00129 ± 0,00019
TA01	16/018252	28/03/2016	29/03/2016	< 0,0000674	0,00105 ± 0,00017
TA01	16/018253	29/03/2016	30/03/2016	< 0,0000741	0,00101 ± 0,00017
TA01	16/018255	30/03/2016	31/03/2016	< 0,0000818	0,000867 ± 0,000176
TA01	16/018256	31/03/2016	01/04/2016	0,0000655 ± 0,0000427	0,00128 ± 0,00019
TA01	16/019612	01/04/2016	02/04/2016	0,0000735 ± 0,0000415	0,00153 ± 0,0002
TA01	16/019613	02/04/2016	03/04/2016	< 0,000101	0,00199 ± 0,00023
TA01	16/019615	03/04/2016	04/04/2016	0,0000690 ± 0,0000458	0,00231 ± 0,00025
TA01	16/019616	04/04/2016	05/04/2016	0,000128 ± 0,000044	0,00197 ± 0,00023
TA01	16/019618	05/04/2016	06/04/2016	< 0,0000871	0,00198 ± 0,00023
TA01	16/019619	06/04/2016	07/04/2016	0,0000682 ± 0,0000429	0,00209 ± 0,00022
TA01	16/019621	07/04/2016	08/04/2016	0,000130 ± 0,000043	0,00188 ± 0,00022
TA01	16/021346	08/04/2016	09/04/2016	< 0,0000929	0,000956 ± 0,000181
TA01	16/021347	09/04/2016	10/04/2016	< 0,0000766	0,00121 ± 0,00019
TA01	16/021350	10/04/2016	11/04/2016	< 0,0000824	0,000859 ± 0,000169
TA01	16/021353	11/04/2016	12/04/2016	< 0,0000724	0,000629 ± 0,00016
TA01	16/021356	12/04/2016	13/04/2016	< 0,0000737	0,00108 ± 0,00018
TA01	16/021358	13/04/2016	14/04/2016	< 0,000068	0,000826 ± 0,000156
TA01	16/021359	14/04/2016	15/04/2016	< 0,0000799	0,000671 ± 0,000194

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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



Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/022196	15/04/2016	16/04/2016	0,0000756 ± 0,0000425	0,000240 ± 0,000158
TA01	16/022197	16/04/2016	17/04/2016	< 0,0000763	0,000848 ± 0,00017
TA01	16/022199	17/04/2016	18/04/2016	0,0000574 ± 0,0000404	0,000870 ± 0,00017
TA01	16/022200	18/04/2016	19/04/2016	< 0,0000725	0,000529 ± 0,000157
TA01	16/022201	19/04/2016	20/04/2016	< 0,0000876	0,000597 ± 0,000155
TA01	16/022202	20/04/2016	21/04/2016	< 0,0000838	0,00107 ± 0,00017
TA01	16/022204	21/04/2016	22/04/2016	< 0,0000885	0,00126 ± 0,00019
TA01	16/023368	22/04/2016	23/04/2016	< 0,0000995	0,00207 ± 0,00023
TA01	16/023369	23/04/2016	24/04/2016	0,0000556 ± 0,0000419	0,00188 ± 0,00021
TA01	16/023370	24/04/2016	25/04/2016	< 0,0000806	0,000874 ± 0,000166
TA01	16/023371	25/04/2016	26/04/2016	< 0,0000674	0,000778 ± 0,000173
TA01	16/023375	26/04/2016	27/04/2016	< 0,0000762	0,00124 ± 0,00019
TA01	16/023377	27/04/2016	28/04/2016	< 0,0000743	0,00116 ± 0,00018
TA01	16/023379	28/04/2016	29/04/2016	< 0,0000717	0,00129 ± 0,00019
TA01	16/025378	29/04/2016	30/04/2016	0,000137 ± 0,000036	0,00307 ± 0,00027
TA01	16/025379	30/04/2016	01/05/2016	0,000142 ± 0,000036	0,00265 ± 0,00023
TA01	16/025381	01/05/2016	02/05/2016	0,000088 ± 0,0000299	0,00236 ± 0,00022
TA01	16/025382	02/05/2016	03/05/2016	0,000139 ± 0,000034	0,00247 ± 0,00022
TA01	16/025383	03/05/2016	04/05/2016	0,000142 ± 0,000035	0,00273 ± 0,00025
TA01	16/025384	04/05/2016	05/05/2016	0,000142 ± 0,000034	0,00283 ± 0,00025
TA01	16/025385	05/05/2016	06/05/2016	0,000116 ± 0,000034	0,00327 ± 0,00029
TA01	16/026550	06/05/2016	07/05/2016	0,000144 ± 0,000036	0,00288 ± 0,00026
TA01	16/026551	07/05/2016	08/05/2016	0,000169 ± 0,000038	0,00338 ± 0,00029
TA01	16/026556	08/05/2016	09/05/2016	0,000156 ± 0,000039	0,00333 ± 0,00029
TA01	16/026559	09/05/2016	10/05/2016	0,000164 ± 0,000038	0,0031 ± 0,00028
TA01	16/026563	10/05/2016	11/05/2016	0,000153 ± 0,000037	0,00284 ± 0,00024
TA01	16/026564	11/05/2016	12/05/2016	0,000170 ± 0,000037	0,00257 ± 0,00024
TA01	16/026565	12/05/2016	13/05/2016	0,000118 ± 0,000033	0,00201 ± 0,00019
TA01	16/027762	13/05/2016	14/05/2016	0,000116 ± 0,000033	0,00243 ± 0,00023
TA01	16/027763	14/05/2016	15/05/2016	0,000112 ± 0,000032	0,00219 ± 0,00021
TA01	16/027764	15/05/2016	16/05/2016	0,000161 ± 0,000034	0,00245 ± 0,00022
TA01	16/027766	17/05/2016	18/05/2016	0,000115 ± 0,000034	0,00291 ± 0,00026
TA01	16/027768	18/05/2016	19/05/2016	0,000157 ± 0,000037	0,00329 ± 0,00027
TA01	16/027771	19/05/2016	20/05/2016	0,0000943 ± 0,0000307	0,00224 ± 0,00021
TA01	16/028687	20/05/2016	21/05/2016	0,000123 ± 0,000033	0,00238 ± 0,00022
TA01	16/028688	21/05/2016	22/05/2016	0,000119 ± 0,000033	0,00245 ± 0,00023
TA01	16/028689	22/05/2016	23/05/2016	0,000116 ± 0,000032	0,00288 ± 0,00026
TA01	16/028691	23/05/2016	24/05/2016	0,000145 ± 0,000033	0,00315 ± 0,00028
TA01	16/028693	24/05/2016	25/05/2016	0,000132 ± 0,000034	0,00281 ± 0,00025
TA01	16/028694	25/05/2016	26/05/2016	0,000106 ± 0,000033	0,00196 ± 0,00019
TA01	16/028695	26/05/2016	27/05/2016	0,0000785 ± 0,0000332	0,00215 ± 0,00019
TA01	16/029915	27/05/2016	28/05/2016	0,000218 ± 0,000043	0,00353 ± 0,00031
TA01	16/029916	28/05/2016	29/05/2016	0,000189 ± 0,00004	0,00365 ± 0,0003
TA01	16/029917	29/05/2016	30/05/2016	0,000124 ± 0,000034	0,00244 ± 0,00023
TA01	16/029918	30/05/2016	31/05/2016	0,000124 ± 0,000033	0,00261 ± 0,00023
TA01	16/029919	31/05/2016	01/06/2016	0,000115 ± 0,000033	0,00247 ± 0,00023
TA01	16/029920	01/06/2016	02/06/2016	0,000102 ± 0,000031	0,00245 ± 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@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/029921	02/06/2016	03/06/2016	0,000131 ± 0,000035	0,00283 ± 0,00026
TA01	16/031561	03/06/2016	04/06/2016	< 0,0000754	0,00121 ± 0,00019
TA01	16/031562	04/06/2016	05/06/2016	0,0000540 ± 0,0000402	0,00129 ± 0,00018
TA01	16/031564	05/06/2016	06/06/2016	0,0000746 ± 0,0000417	0,00107 ± 0,00018
TA01	16/031565	06/06/2016	07/06/2016	< 0,0000767	0,00148 ± 0,00021
TA01	16/031567	07/06/2016	08/06/2016	< 0,0000960	0,00167 ± 0,00021
TA01	16/031568	08/06/2016	09/06/2016	< 0,0000689	0,00188 ± 0,00022
TA01	16/033353	10/06/2016	11/06/2016	< 0,0000757	0,00139 ± 0,00020
TA01	16/033354	11/06/2016	12/06/2016	0,0000556 ± 0,0000407	0,00193 ± 0,00021
TA01	16/033355	12/06/2016	13/06/2016	< 0,0000906	0,00151 ± 0,00020
TA01	16/033356	13/06/2016	14/06/2016	< 0,0000780	0,00132 ± 0,00020
TA01	16/033357	14/06/2016	15/06/2016	< 0,0000779	0,000900 ± 0,000176
TA01	16/033358	15/06/2016	16/06/2016	0,0000565 ± 0,0000417	0,000418 ± 0,000158
TA01	16/033359	16/06/2016	17/06/2016	< 0,0000722	0,000602 ± 0,000162
TA01	16/034158	17/06/2016	18/06/2016	< 0,0000732	0,000265 ± 0,000149
TA01	16/034160	22/06/2016	23/06/2016	< 0,0000958	0,00126 ± 0,00019
TA01	16/035045	28/06/2016	29/06/2016	0,0000791 ± 0,0000567	0,00133 ± 0,00024
TA01	16/035048	29/06/2016	30/06/2016	< 0,000109	0,00158 ± 0,00027
TA01	16/035051	30/06/2016	01/07/2016	0,0000836 ± 0,0000607	0,00168 ± 0,00027
TA01	16/036186	01/07/2016	02/07/2016	< 0,000116	0,00182 ± 0,00027
TA01	16/036188	02/07/2016	03/07/2016	< 0,0000952	0,00156 ± 0,00024
TA01	16/036189	03/07/2016	04/07/2016	< 0,000103	0,000961 ± 0,000229
TA01	16/036190	04/07/2016	05/07/2016	< 0,000108	0,00110 ± 0,00025
TA01	16/036191	05/07/2016	06/07/2016	< 0,000115	0,00156 ± 0,00026
TA01	16/036192	06/07/2016	07/07/2016	< 0,000101	0,00151 ± 0,00026
TA01	16/036195	07/07/2016	08/07/2016	< 0,000106	0,00172 ± 0,00027
TA01	16/037359	08/07/2016	09/07/2016	0,000109 ± 0,000067	0,00249 ± 0,00031
TA01	16/037361	09/07/2016	10/07/2016	< 0,000141	0,00247 ± 0,00029
TA01	16/037364	10/07/2016	11/07/2016	0,000122 ± 0,000065	0,00307 ± 0,00034
TA01	16/037365	11/07/2016	12/07/2016	< 0,000129	0,00233 ± 0,00031
TA01	16/037367	12/07/2016	13/07/2016	0,0000855 ± 0,000063	0,00145 ± 0,00025
TA01	16/037369	13/07/2016	14/07/2016	< 0,0000974	0,000319 ± 0,00021
TA01	16/037371	14/07/2016	15/07/2016	< 0,000112	0,000367 ± 0,000234
TA01	16/038985	15/07/2016	16/07/2016	< 0,000106	0,000505 ± 0,000218
TA01	16/038986	16/07/2016	17/07/2016	< 0,000102	0,00101 ± 0,00022
TA01	16/038987	17/07/2016	18/07/2016	< 0,000114	0,00104 ± 0,00022
TA01	16/038988	18/07/2016	19/07/2016	< 0,000105	0,00153 ± 0,00027
TA01	16/038989	19/07/2016	20/07/2016	0,000105 ± 0,000065	0,00289 ± 0,00033
TA01	16/038990	20/07/2016	21/07/2016	< 0,000115	0,00189 ± 0,00027
TA01	16/038991	21/07/2016	22/07/2016	0,000130 ± 0,000067	0,00211 ± 0,00029
TA01	16/040816	22/07/2016	23/07/2016	< 0,000107	0,00119 ± 0,00024
TA01	16/040817	23/07/2016	24/07/2016	< 0,000118	0,00128 ± 0,00023
TA01	16/040820	24/07/2016	25/07/2016	0,000112 ± 0,000064	0,00184 ± 0,00026
TA01	16/040821	25/07/2016	26/07/2016	0,0000968 ± 0,0000647	0,00241 ± 0,00031
TA01	16/040822	26/07/2016	27/07/2016	< 0,000128	0,00177 ± 0,00027
TA01	16/040824	27/07/2016	28/07/2016	< 0,000108	0,00153 ± 0,00025
TA01	16/040825	28/07/2016	29/07/2016	< 0,000107	0,00159 ± 0,00027

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/041968	29/07/2016	30/07/2016	< 0,000104	0,00198 ± 0,00027
TA01	16/041969	30/07/2016	31/07/2016	0,0000999 ± 0,0000604	0,00189 ± 0,00027
TA01	16/041971	31/07/2016	01/08/2016	0,0000797 ± 0,0000553	0,00107 ± 0,00024
TA01	16/041974	01/08/2016	02/08/2016	< 0,000125	0,000971 ± 0,000238
TA01	16/041975	02/08/2016	03/08/2016	< 0,000107	0,00101 ± 0,00023
TA01	16/041977	03/08/2016	04/08/2016	< 0,000138	0,00236 ± 0,00029
TA01	16/041978	04/08/2016	05/08/2016	< 0,000107	0,00135 ± 0,00025
TA01	16/042772	05/08/2016	06/08/2016	< 0,000104	0,000631 ± 0,000222
TA01	16/042773	06/08/2016	07/08/2016	< 0,000103	0,000686 ± 0,000222
TA01	16/042774	07/08/2016	08/08/2016	< 0,0000986	0,00111 ± 0,00023
TA01	16/042775	08/08/2016	09/08/2016	0,000117 ± 0,000061	0,00147 ± 0,00025
TA01	16/042776	09/08/2016	10/08/2016	< 0,000106	0,00145 ± 0,00025
TA01	16/042778	10/08/2016	11/08/2016	< 0,000113	0,000849 ± 0,000228
TA01	16/042779	11/08/2016	12/08/2016	0,000126 ± 0,000065	0,000811 ± 0,00024
TA01	16/043437	12/08/2016	13/08/2016	< 0,0000964	0,000856 ± 0,000219
TA01	16/043439	13/08/2016	14/08/2016	< 0,0000984	0,00164 ± 0,00025
TA01	16/043440	14/08/2016	15/08/2016	< 0,000106	0,00181 ± 0,00026
TA01	16/043441	15/08/2016	16/08/2016	< 0,000105	0,00152 ± 0,00026
TA01	16/043442	16/08/2016	17/08/2016	< 0,000121	0,00154 ± 0,00026
TA01	16/043443	17/08/2016	18/08/2016	< 0,000100	0,00147 ± 0,00025
TA01	16/043444	18/08/2016	19/08/2016	< 0,000114	0,00170 ± 0,00027
TA01	16/043968	19/08/2016	20/08/2016	0,0000987 ± 0,0000606	0,00177 ± 0,00027
TA01	16/043970	20/08/2016	21/08/2016	0,000115 ± 0,000062	0,00153 ± 0,00025
TA01	16/043971	21/08/2016	22/08/2016	< 0,0000992	0,00158 ± 0,00025
TA01	16/043973	22/08/2016	23/08/2016	< 0,000105	0,000879 ± 0,000224
TA01	16/043975	23/08/2016	24/08/2016	< 0,000104	0,00108 ± 0,00024
TA01	16/043977	24/08/2016	25/08/2016	< 0,000116	0,00131 ± 0,00025
TA01	16/043978	25/08/2016	26/08/2016	< 0,000102	0,00131 ± 0,00025
TA01	16/046078	26/08/2016	27/08/2016	< 0,000121	0,00156 ± 0,00026
TA01	16/046081	27/08/2016	28/08/2016	< 0,000114	0,0019 ± 0,00026
TA01	16/046082	28/08/2016	29/08/2016	< 0,000132	0,00281 ± 0,00032
TA01	16/046083	29/08/2016	30/08/2016	< 0,000124	0,00244 ± 0,0003
TA01	16/046084	30/08/2016	31/08/2016	< 0,000139	0,00193 ± 0,00028
TA01	16/046085	31/08/2016	01/09/2016	< 0,000103	0,00199 ± 0,00028
TA01	16/046087	01/09/2016	02/09/2016	< 0,000107	0,00252 ± 0,00032
TA01	16/046719	02/09/2016	03/09/2016	0,0000821 ± 0,0000588	0,00273 ± 0,00032
TA01	16/046722	03/09/2016	04/09/2016	0,000130 ± 0,000063	0,00340 ± 0,00035
TA01	16/046724	04/09/2016	05/09/2016	< 0,000124	0,00379 ± 0,00038
TA01	16/046725	05/09/2016	06/09/2016	< 0,000106	0,00129 ± 0,00024
TA01	16/046727	06/09/2016	07/09/2016	< 0,000104	0,000496 ± 0,000218
TA01	16/046728	07/09/2016	08/09/2016	< 0,000103	0,00135 ± 0,00025
TA01	16/046729	08/09/2016	09/09/2016	< 0,000154	0,00205 ± 0,00032
TA01	16/049236	09/09/2016	10/09/2016	0,0000834 ± 0,0000589	0,00261 ± 0,00031
TA01	16/049237	10/09/2016	11/09/2016	0,000141 ± 0,000063	0,00292 ± 0,00032
TA01	16/049241	11/09/2016	12/09/2016	0,000104 ± 0,000062	0,00373 ± 0,00035
TA01	16/049242	12/09/2016	13/09/2016	< 0,000143	0,00382 ± 0,00038
TA01	16/049243	13/09/2016	14/09/2016	0,0000935 ± 0,0000638	0,00315 ± 0,00035

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/049247	14/09/2016	15/09/2016	< 0,000132	0,00304 ± 0,00033
TA01	16/049249	15/09/2016	16/09/2016	< 0,000113	0,00156 ± 0,00028
TA01	16/050175	16/09/2016	17/09/2016	< 0,000132	0,00101 ± 0,00023
TA01	16/050179	17/09/2016	18/09/2016	< 0,000105	0,000743 ± 0,000206
TA01	16/050180	18/09/2016	19/09/2016	< 0,000104	0,000727 ± 0,00021
TA01	16/050182	19/09/2016	20/09/2016	< 0,000104	0,000788 ± 0,000233
TA01	16/050186	20/09/2016	21/09/2016	< 0,0000995	0,00104 ± 0,00023
TA01	16/050187	21/09/2016	22/09/2016	< 0,0000844	0,000855 ± 0,000219
TA01	16/050189	22/09/2016	23/09/2016	< 0,000105	0,00146 ± 0,00024
TA01	16/051395	23/09/2016	24/09/2016	0,000114 ± 0,000058	0,00205 ± 0,00027
TA01	16/051399	24/09/2016	25/09/2016	< 0,000107	0,00214 ± 0,00028
TA01	16/051401	25/09/2016	26/09/2016	0,0000891 ± 0,0000619	0,00256 ± 0,00031
TA01	16/051403	26/09/2016	27/09/2016	0,000123 ± 0,000061	0,00298 ± 0,00033
TA01	16/051405	27/09/2016	28/09/2016	< 0,000103	0,00285 ± 0,0003
TA01	16/051409	28/09/2016	29/09/2016	0,0000901 ± 0,0000623	0,00352 ± 0,00036
TA01	16/051414	29/09/2016	30/09/2016	0,0000953 ± 0,0000653	0,0035 ± 0,00037
TA01	16/053146	01/10/2016	02/10/2016	0,000239 ± 0,000072	0,00387 ± 0,00037
TA01	16/053147	02/10/2016	03/10/2016	0,000194 ± 0,000069	0,00309 ± 0,00033
TA01	16/053148	03/10/2016	04/10/2016	0,0000999 ± 0,0000628	0,00154 ± 0,00026
TA01	16/053149	04/10/2016	05/10/2016	0,000148 ± 0,000063	0,00153 ± 0,00025
TA01	16/053150	05/10/2016	06/10/2016	0,000112 ± 0,000054	0,00105 ± 0,00023
TA01	16/053151	06/10/2016	07/10/2016	< 0,000104	0,00117 ± 0,00023
TA01	16/054391	07/10/2016	08/10/2016	0,000114 ± 0,000058	0,0017 ± 0,00025
TA01	16/054392	08/10/2016	09/10/2016	< 0,000106	0,00202 ± 0,00027
TA01	16/054393	09/10/2016	10/10/2016	< 0,00012	0,000806 ± 0,000219
TA01	16/054394	10/10/2016	11/10/2016	0,0000935 ± 0,0000582	0,00135 ± 0,00024
TA01	16/054395	11/10/2016	12/10/2016	< 0,000101	0,00111 ± 0,00021
TA01	16/054398	12/10/2016	13/10/2016	0,0000841 ± 0,0000608	0,00175 ± 0,00025
TA01	16/054400	13/10/2016	14/10/2016	< 0,000155	0,00215 ± 0,00034
TA01	16/056157	14/10/2016	15/10/2016	< 0,0000963	0,000746 ± 0,000218
TA01	16/056159	15/10/2016	16/10/2016	0,000105 ± 0,000053	0,000952 ± 0,000219
TA01	16/056160	16/10/2016	17/10/2016	0,000109 ± 0,00006	0,00138 ± 0,00024
TA01	16/056162	18/10/2016	19/10/2016	0,000171 ± 0,000067	0,0027 ± 0,00029
TA01	16/056165	19/10/2016	20/10/2016	0,0002 ± 0,000069	0,00312 ± 0,00033
TA01	16/056168	20/10/2016	21/10/2016	0,000119 ± 0,000064	0,00221 ± 0,00029
TA01	16/057456	21/10/2016	22/10/2016	< 0,00011	0,0012 ± 0,00023
TA01	16/057458	22/10/2016	23/10/2016	< 0,000102	0,00174 ± 0,00024
TA01	16/057460	23/10/2016	24/10/2016	< 0,000117	0,00214 ± 0,00027
TA01	16/057462	24/10/2016	25/10/2016	< 0,000114	0,00289 ± 0,00032
TA01	16/057463	25/10/2016	26/10/2016	0,0000899 ± 0,0000589	0,00216 ± 0,00028
TA01	16/057465	26/10/2016	27/10/2016	0,000123 ± 0,000054	0,00205 ± 0,00027
TA01	16/057468	27/10/2016	28/10/2016	< 0,000104	0,00114 ± 0,00023
TA01	16/058057	28/10/2016	29/10/2016	0,0000943 ± 0,0000586	0,00163 ± 0,00025
TA01	16/058060	29/10/2016	30/10/2016	0,00016 ± 0,000056	0,00224 ± 0,00028
TA01	16/058061	30/10/2016	31/10/2016	< 0,000113	0,00252 ± 0,00029
TA01	16/058062	31/10/2016	01/11/2016	0,000194 ± 0,000062	0,00297 ± 0,00032
TA01	16/058064	02/11/2016	03/11/2016	0,000177 ± 0,000082	0,00425 ± 0,0004

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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



Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/058067	03/11/2016	04/11/2016	0,0002 ± 0,000068	0,00446 ± 0,00043
TA01	16/059441	04/11/2016	05/11/2016	0,000129 ± 0,000061	0,00163 ± 0,00025
TA01	16/059442	05/11/2016	06/11/2016	< 0,0000999	0,00251 ± 0,00028
TA01	16/059443	07/11/2016	08/11/2016	< 0,000101	0,000971 ± 0,000213
TA01	16/059444	08/11/2016	09/11/2016	< 0,0000997	0,00277 ± 0,00031
TA01	16/059445	09/11/2016	10/11/2016	0,0000802 ± 0,0000569	0,00196 ± 0,00027
TA01	16/059446	10/11/2016	11/11/2016	0,000124 ± 0,000055	0,00247 ± 0,00029
TA01	16/060197	11/11/2016	12/11/2016	0,000114 ± 0,00006	0,00157 ± 0,00025
TA01	16/060198	12/11/2016	13/11/2016	< 0,0001	0,000864 ± 0,00022
TA01	16/060199	13/11/2016	14/11/2016	< 0,000129	0,00168 ± 0,00025
TA01	16/060200	14/11/2016	15/11/2016	0,0000845 ± 0,0000607	0,00160 ± 0,00026
TA01	16/060201	15/11/2016	16/11/2016	0,0000871 ± 0,000057	0,00203 ± 0,00027
TA01	16/060202	16/11/2016	17/11/2016	0,000213 ± 0,00006	0,00332 ± 0,00035
TA01	16/060203	17/11/2016	18/11/2016	0,000128 ± 0,000064	0,00455 ± 0,00042
TA01	16/060708	18/11/2016	19/11/2016	0,000236 ± 0,000066	0,00346 ± 0,00035
TA01	16/060709	19/11/2016	20/11/2016	0,000195 ± 0,000086	0,00436 ± 0,00041
TA01	16/060710	20/11/2016	21/11/2016	0,000104 ± 0,000062	0,00297 ± 0,00033
TA01	16/060711	21/11/2016	22/11/2016	0,000103 ± 0,000059	0,00189 ± 0,00027
TA01	16/060712	22/11/2016	23/11/2016	< 0,000101	0,00146 ± 0,00023
TA01	16/060714	23/11/2016	24/11/2016	0,0000965 ± 0,0000624	0,00178 ± 0,00025
TA01	16/060715	24/11/2016	25/11/2016	< 0,000114	0,00116 ± 0,00026
TA01	16/061546	25/11/2016	26/11/2016	< 0,0000967	0,00045 ± 0,00021
TA01	16/061547	26/11/2016	27/11/2016	0,000134 ± 0,000055	0,00193 ± 0,00026
TA01	16/061548	27/11/2016	28/11/2016	0,000157 ± 0,000067	0,00457 ± 0,00043
TA01	16/061549	28/11/2016	29/11/2016	0,000105 ± 0,000057	0,00104 ± 0,00022
TA01	16/061550	29/11/2016	30/11/2016	< 0,000101	0,000368 ± 0,000201
TA01	16/061551	30/11/2016	01/12/2016	< 0,0000908	0,00101 ± 0,00022
TA01	16/061553	01/12/2016	02/12/2016	< 0,000101	0,00168 ± 0,00024
TA01	16/062345	02/12/2016	03/12/2016	0,000113 ± 0,00006	0,00302 ± 0,00033
TA01	16/062346	03/12/2016	04/12/2016	0,000186 ± 0,000066	0,00417 ± 0,00038
TA01	16/062347	04/12/2016	05/12/2016	0,000118 ± 0,000062	0,00398 ± 0,00039
TA01	16/062349	05/12/2016	06/12/2016	< 0,000130	0,00322 ± 0,00034
TA01	16/062350	06/12/2016	07/12/2016	0,000120 ± 0,000059	0,00323 ± 0,00034
TA01	16/062352	07/12/2016	08/12/2016	0,000130 ± 0,000053	0,00274 ± 0,0003
TA01	16/062353	08/12/2016	09/12/2016	0,0000895 ± 0,0000646	0,00373 ± 0,00038
TA01	16/062932	09/12/2016	10/12/2016	0,000150 ± 0,000058	0,00368 ± 0,00036
TA01	16/062933	10/12/2016	11/12/2016	0,000153 ± 0,000075	0,00449 ± 0,00042
TA01	16/062935	11/12/2016	12/12/2016	< 0,000132	0,00321 ± 0,00034
TA01	16/062936	12/12/2016	13/12/2016	< 0,0000906	0,00267 ± 0,0003
TA01	16/062937	13/12/2016	14/12/2016	< 0,0000968	0,00265 ± 0,00028
TA01	16/062939	14/12/2016	15/12/2016	< 0,0000967	0,00259 ± 0,00029
TA01	16/062940	15/12/2016	16/12/2016	< 0,000137	0,00297 ± 0,00033
TA01	16/063874	16/12/2016	17/12/2016	0,0000890 ± 0,0000556	0,00361 ± 0,00036
TA01	16/063875	17/12/2016	18/12/2016	< 0,0000956	0,00274 ± 0,00029
TA01	16/063876	18/12/2016	19/12/2016	< 0,000121	0,00325 ± 0,00033
TA01	16/063877	19/12/2016	20/12/2016	0,0000905 ± 0,000059	0,00194 ± 0,00026
TA01	16/063878	20/12/2016	21/12/2016	< 0,0000937	0,000768 ± 0,000213

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
TA01	16/063879	21/12/2016	22/12/2016	0,0000685 ± 0,0000486	0,000543 ± 0,0002
TA01	16/063881	22/12/2016	23/12/2016	< 0,000107	0,000755 ± 0,000218
TA01	17/002732	23/12/2016	24/12/2016	< 0,0000907	0,00131 ± 0,00023
TA01	17/002733	25/12/2016	26/12/2016	< 0,0000982	0,00233 ± 0,00027
TA01	17/002734	26/12/2016	27/12/2016	< 0,000128	0,00231 ± 0,00028
TA01	17/002735	27/12/2016	28/12/2016	< 0,0000979	0,000753 ± 0,000219
TA01	17/002736	28/12/2016	29/12/2016	< 0,0000940	0,00121 ± 0,00023
TA01	17/002737	29/12/2016	30/12/2016	< 0,000101	0,00102 ± 0,00024
TA01	17/003622	30/12/2016	31/12/2016	0,0000854 ± 0,0000552	0,00148 ± 0,00024
TA01	17/003623	31/12/2016	01/01/2017	< 0,0000967	0,00242 ± 0,00027

Tabella A 6 Risultati delle misure sui campioni di miele (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	Cs-137	Co-60
TH01	16/033577	21/06/2016	< 0,0507	< 0,157
TH02	16/029926	08/06/2016	< 0,136	< 0,114

Tabella A 7 Risultati delle misure sui campioni di pesce siluro (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	Cs-137	Co-60	Sr-90
TF07	15/061489	16/12/2015	0,119 ± 0,043	< 0,0607	< 0,145
TF07	16/036199	12/07/2016	0,459 ± 0,116	< 0,129	< 0,609

Tabella A 8 Risultati delle misure sui campioni di foglie di salice (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	Cs-137	Co-60	Sr-90
TF02	15/059476	26/11/2015	< 0,514	< 0,144	0,198 ± 0,020
TF02	16/026586	17/05/2016	0,534 ± 0,248	< 0,190	0,814 ± 0,204
TF02	16/059469	15/11/2016	0,320 ± 0,191	< 0,109	1,550 ± 0,832
TF07	15/059497	26/11/2015	0,850 ± 0,383	< 0,272	0,162 ± 0,017
TF07	16/026589	17/05/2016	0,989 ± 0,253	< 0,786	1,040 ± 0,280
TF07	16/059470	15/11/2016	< 0,166	< 0,374	0,971 ± 0,432

Tabella A 9 Risultati delle misure alfa e beta totali, gamma, trizio e stronzio sui campioni di acqua di falda superficiale dei pozzi interni della centrale E. Fermi (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90
PZ7	16/062355	13/12/2016	< 0,135	0,212 ± 0,091	< 0,0128	< 0,00393	< 0,00891	< 2,71	< 0,00551
PZ8	16/062357	13/12/2016	0,202 ± 0,097	0,159 ± 0,107	< 0,0143	< 0,00263	< 0,00650	< 2,05	< 0,00680
PZ9	16/062358	13/12/2016	< 0,144	0,288 ± 0,112	< 0,00925	< 0,00539	< 0,00655	< 1,73	< 0,00667
PZ10	16/062359	13/12/2016	< 0,187	0,247 ± 0,117	< 0,0145	< 0,00385	< 0,00150	< 1,74	< 0,00553
PZ11	16/062360	13/12/2016	< 0,182	0,692 ± 0,144	< 0,0142	< 0,00245	< 0,00646	< 1,64	< 0,00717
PZ12	16/062361	13/12/2016	< 0,170	0,696 ± 0,149	< 0,0148	< 0,00272	< 0,00513	< 1,85	< 0,00583

Tabella A 10 Risultati delle misure di Fe-55, Ni-59, Ni-63 e plutonio sui campioni di acqua di falda dei pozzi interni della centrale E. Fermi (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Fe-55	Ni-59	Ni-63	Pu-238	Pu-239/240
-------	----------	------	-------	-------	-------	--------	------------

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

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

PZ7	16/062355	13/12/2016	< 3,72	< 3,41	< 2,73	< 0,00247	< 0,00116
PZ8	16/062357	13/12/2016	< 3,69	< 3,10	< 2,47	< 0,000865	< 0,000401
PZ9	16/062358	13/12/2016	< 3,79	< 2,95	< 2,36	< 0,000796	< 0,000372
PZ10	16/062359	13/12/2016	< 4,05	< 3,13	< 2,49	< 0,00178	< 0,000830
PZ11	16/062360	13/12/2016	< 3,63	< 2,94	< 2,35	< 0,00193	< 0,00112
PZ12	16/062361	13/12/2016	< 3,64	< 2,92	< 2,33	< 0,00233	< 0,00296

Tabella A 12 Risultati delle misure di concentrazione di attività nell'acqua superficiale del Fiume Po in assenza di scarichi (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	H-3
TF01	15/059472	26/11/2015	0,0144 ± 0,008	0,0716 ± 0,0490	< 1,72
TF01	15/061063	11/12/2015	0,0404 ± 0,0104	0,0960 ± 0,0489	< 1,78
TF01	16/002943	13/01/2016	< 0,0140	0,0762 ± 0,0478	< 2,03
TF01	16/005959	27/01/2016	0,0403 ± 0,0107	0,115 ± 0,052	< 2,04
TF01	16/008869	16/02/2016	0,0359 ± 0,0106	0,0908 ± 0,0539	< 2,01
TF01	16/021632	20/04/2016	0,0174 ± 0,0092	< 0,0868	< 1,72
TF01	16/026575	17/05/2016	0,0153 ± 0,0093	< 0,0878	< 1,91
TF02	15/059474	26/11/2015	0,0414 ± 0,0119	0,136 ± 0,052	< 1,66
TF02	15/061064	11/12/2015	0,0570 ± 0,0117	0,175 ± 0,052	< 1,74
TF02	16/002944	13/01/2016	0,0440 ± 0,0107	0,130 ± 0,052	< 2,03
TF02	16/005961	27/01/2016	0,0458 ± 0,0112	0,137 ± 0,052	< 2,03
TF02	16/008870	16/02/2016	< 0,0164	< 0,0884	< 2,01
TF02	16/021635	20/04/2016	< 0,0136	< 0,0872	< 1,73
TF02	16/026577	17/05/2016	0,0255 ± 0,0104	< 0,0880	1,75 ± 1,08
TF07	15/059496	26/11/2015	0,0426 ± 0,011	0,110 ± 0,052	< 1,76
TF07	15/061066	11/12/2015	0,0461 ± 0,0108	0,110 ± 0,049	< 2,02
TF07	16/002946	13/01/2016	0,0495 ± 0,0113	0,114 ± 0,052	< 2,01
TF07	16/005962	27/01/2016	0,0506 ± 0,0114	0,140 ± 0,053	< 1,98
TF07	16/008871	16/02/2016	0,0362 ± 0,0106	0,0902 ± 0,0555	< 1,99
TF07	16/021638	20/04/2016	0,0165 ± 0,009	0,0693 ± 0,0527	< 2,05
TF07	16/026588	17/05/2016	< 0,0139	< 0,0895	< 1,71

Tabella A 13 Risultati delle misure di concentrazione di attività nell'acqua superficiale del Fiume Po durante gli scarichi (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	H-3
TF01	16/009913	22/02/2016	0,0359 ± 0,0104	0,0709 ± 0,0539	< 1,98
TF01	16/011624	24/02/2016	< 0,0166	< 0,112	< 2,01
TF01	16/012331	26/02/2016	0,0124 ± 0,0082	< 0,111	< 1,80
TF01	16/012605	01/03/2016	0,0165 ± 0,0085	0,118 ± 0,056	< 1,80
TF01	16/013564	07/03/2016	< 0,0147	< 0,0878	< 1,84
TF01	16/014183	11/03/2016	0,0157 ± 0,0085	0,0770 ± 0,0542	< 1,80
TF01	16/014589	15/03/2016	< 0,0234	< 0,117	< 1,83
TF02	16/009915	22/02/2016	0,0137 ± 0,0085	< 0,0884	< 1,98
TF02	16/011625	24/02/2016	0,0468 ± 0,0136	< 0,139	< 2,01
TF02	16/012332	26/02/2016	0,0122 ± 0,0056	< 0,0760	< 1,82
TF02	16/012606	01/03/2016	0,0126 ± 0,0084	0,101 ± 0,057	< 1,79
TF02	16/013565	07/03/2016	< 0,0125	0,0853 ± 0,0557	< 1,82

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	H-3
TF02	16/014184	11/03/2016	0,0269 ± 0,0098	0,0737 ± 0,0553	< 1,80
TF02	16/014590	15/03/2016	0,0328 ± 0,0133	< 0,117	< 1,81
TF07	16/009949	22/02/2016	< 0,0120	0,0683 ± 0,0532	< 1,96
TF07	16/011627	24/02/2016	< 0,0232	< 0,148	< 2,03
TF07	16/012334	26/02/2016	0,0145 ± 0,0084	0,0726 ± 0,0537	< 1,80
TF07	16/012608	01/03/2016	0,0139 ± 0,0086	0,115 ± 0,056	< 1,78
TF07	16/013567	07/03/2016	0,0245 ± 0,0096	0,0861 ± 0,0544	< 1,80
TF07	16/014186	11/03/2016	0,0181 ± 0,0039	< 0,0998	< 1,82
TF07	16/014593	15/03/2016	0,0323 ± 0,0131	< 0,115	< 1,75

Tabella A 14 Risultati delle misure di concentrazione di attività nei sedimenti fluviali durante lo scarico (Bq/kg).

Punto	Campione	Data	Am-241	Cs-137	Co-60
TF02	16/009918	22/02/2016	< 1,28	3,74 ± 0,65	< 0,789
TF02	16/011626	24/02/2016	< 2,05	1,94 ± 0,37	< 0,543
TF02	16/012333	26/02/2016	< 1,15	2,56 ± 0,54	< 0,761
TF02	16/012607	01/03/2016	< 1,61	1,36 ± 0,33	< 0,282
TF02	16/013566	07/03/2016	< 3,06	3,03 ± 0,61	< 0,736
TF02	16/014185	11/03/2016	< 2,06	2,69 ± 0,62	< 0,251
TF02	16/014591	15/03/2016	< 2,53	3,19 ± 0,53	< 0,559

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

## ALLEGATO 2 – Metodi

Per l'esecuzione delle analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi contenuti nel "Catalogo prove" di Arpa Piemonte:

- U.RP.MA006 "Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua – Metodo della sorgente sottile" – ISO 10704: 2009 Water quality - Measurement of gross alpha and gross beta activity in non-saline water - Thin source deposit method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- U.RP.MA008 "Determinazione di Stronzio 89 e Stronzio 90 in acqua" – ISO 13160: 2012 Water quality - Strontium 90 and strontium 89 – Test methods using liquid scintillation counting or proportional counting – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- U.RP.MA009 "Determinazione della concentrazione di attività alfa totale e beta totale nelle acque non saline mediante scintillazione liquida" – ISO 11704: 2010 Water quality - Measurement of gross alpha and beta activity concentration in non-saline water - Liquid scintillation counting method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede G Alessandria – Elenco prove revisione 12 del 24/09/2015);
- U.RP.M753 "Determinazione di Americio, Plutonio, Uranio in acqua" – metodo interno non accreditato;
- U.RP.M762 "Determinazione di Sr-89 e Sr-90 negli alimenti - HASL-300, 28th edition, vol II Sr-02-RC rev. 0 1997 pp. 16-17 + Eichrom Technologies, Inc. SRW01 rev. 1.4 Sr-89, Sr-90 in Water" – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M827 "Spettrometria gamma ad alta risoluzione" – metodo interno accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- U.RP.M834 "Determinazione di Fe-55 in acqua - Eichrom Technologies, Inc. FW01 rev. 1.0 - Iron 55 in water" – metodo interno non accreditato;
- U.RP.M835 "Determinazione di Ni-63 e Ni-59 in acqua - Eichrom Technologies, Inc. NIW01 rev. 1.2 - Nichel 63/59 in water" – metodo interno non accreditato;
- U.RP.M994 "Determinazione del contenuto di attività di H-3 in acqua mediante scintillazione liquida" – ISO 9698: 2010 Water quality - Determination of tritium activity concentration - Liquid scintillation counting method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede G Alessandria – Elenco prove revisione 12 del 24/09/2015);
- U.RP.T085: "Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche" – metodo interno.

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

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

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

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



### ALLEGATO 3 – Glossario

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

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

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

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

#### **ALLEGATO 4 – Bibliografia**

- RT/2005/UDA ENEA Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente.
- UNSCEAR Report 2000 vol. I.
- UNSCEAR Report 2008 vol. I.

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

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

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

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