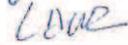
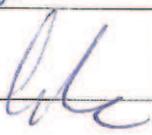


DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
Struttura Semplice Siti Nucleari

MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE
SITO NUCLEARE DI TRINO (VC)

Rapporto anno 2011

Relazione tecnica n. 18/SS21.02/2012

Redazione	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari Nome: Laura Porzio	Data: 19/4/12	Firma: 
	Funzione: Componente SS Siti Nucleari Nome: Luca Albertone	Data: 19/4/12	Firma: 
	Funzione: Componente SS Siti Nucleari Nome: Giuseppe Tozzi	Data: 19/4/12	Firma: 
Verifica	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari Nome: Laura Porzio	Data: 19/11/12	Firma: 
Approvazione	Funzione: Responsabile Dipartimento Te- matico Radiazioni Nome: Giovanni d'Amore	Data: 20/11/12	Firma: 



an SAIGLOBAL company

SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

ARPA Piemonte

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI	3
3.	ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO	3
4.	IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE	4
5.	STRATEGIE DI CONTROLLO	4
6.	METODOLOGIA DI MISURA	5
7.	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	7
8.	LA RETE DI MONITORAGGIO	7
9.	MONITORAGGIO AMBIENTALE – RISULTATI DELLE MISURE	9
	Acqua potabile di rete	10
	Acqua di falda superficiale	10
	Suolo imperturbato – strato superficiale	11
	Erba	12
	Suoli coltivati e relative coltivazioni	12
	Latte bovino crudo	13
	Ortaggi	14
	Sedimenti fluviali	14
	Particolato atmosferico	14
	Fallout	17
10.	ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI	18
11.	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	19
12.	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	20

Hanno collaborato: Silvia Fizzotti, Antonio Iacono, Roberta Olivetti, Alessandra Scarcelli.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

1. PREMESSA

Questa relazione viene redatta, conformemente a quanto previsto dalla procedura tecnica interna U.RP.T057, a conclusione del

monitoraggio radiologico ambientale del sito nucleare di Trino (VC) condotto nell'anno 2011.

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. e dalla Legge n. 1860 del 31 dicembre 1962 e s.m.i. E' inoltre opportuno citare il D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 "Attuazione della direttiva

98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano" che, pur non riguardando le azioni di monitoraggio e controllo dei siti nucleari, fissa in particolare le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

3. ATTIVITÀ SVOLTE DALL'IMPIANTO

Nel corso del 2011 presso la Centrale Nucleare "E. Fermi", oltre alle attività ordinarie di mantenimento in sicurezza dell'impianto, sono state svolte attività propedeutiche al 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. Nella piscina di stoccaggio dell'impianto sono attualmente contenuti 47 elementi di combustibile nucleare irraggiato per il quale è previ-

sto l'invio all'impianto francese di La Hague per il riprocessamento.

Il termine delle operazioni di trasporto, previsto inizialmente per fine 2012, è stato dilazionato nel tempo a causa dei ritardi intervenuti sui trasporti dal Deposito Avogadro di Saluggia (VC).

Nel corso dell'anno 2011 sono stati effettuati n. 5 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Po (si veda il punto 10 della presente relazione).



Centrale "E. Fermi" di Trino (VC)

Tipologia: impianto elettronucleare di potenza.
Reattore: ad acqua leggera in pressione (PWR).
Potenza termica: 870 MW.
Periodo di servizio commerciale: dal 1965 al 1987.
Stato attuale dell'impianto: fermo.
Decommissioning: nel dicembre 2008 è stato emanato il Decreto VIA; con D.M.02/08/2012 è stata autorizzata la disattivazione.
Prospettive: autorizzazione al decommissioning.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

4. IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE

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

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

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

➤ **Il monitoraggio ordinario**

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

modalità e sulla quantità di effluenti radioattivi scaricati, consente di individuare, con l'ausilio di opportuni modelli di diffusione, le *vie critiche* ed i *gruppi di riferimento della popolazione*. Vengono così scelte le *matrici ambientali ed alimentari* da campionare, i *punti di prelievo* significativi e la *frequenza di campionamento*.

Sulla scorta di queste considerazioni, Arpa Piemonte ha perfezionato il piano di monitoraggio del sito di Trino (VC) ed effettua con continuità i controlli.

➤ **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.

Presso il sito di Trino (VC) nel corso del 2011 non sono state eseguite campagne di monitoraggio straordinario.

5. STRATEGIE DI CONTROLLO

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

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

La normativa di riferimento (D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.) pone dei valori limite sulla grandezza fisica *dose efficace E*, 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. Il limite di *dose efficace E* per gli individui della popolazione è stabilito in 1 mSv per anno solare. Inoltre è fissato in 10 µSv per anno

solare il *limite per la non rilevanza radiologica*: al di sotto di tale soglia si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

I limiti fissati dalla normativa non sono direttamente confrontabili con i risultati analitici, che forniscono dei valori di contaminazione, dal momento che si tratta di grandezze fisiche di natura diversa. Pertanto, al fine di disporre di uno strumento operativo immediato ed efficace, sono stati ricavati dei *valori soglia* (di seguito indicati con *R*), livelli di riferimento per le concentrazioni nelle varie matrici.

Inoltre si è tenuto conto dei *valori di screening* (di seguito indicati con *S*) fissati per alcune grandezze a livello internazionale e/o comunitario (attività alfa e beta totale nelle acque potabili e nel particolato atmosferi-

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

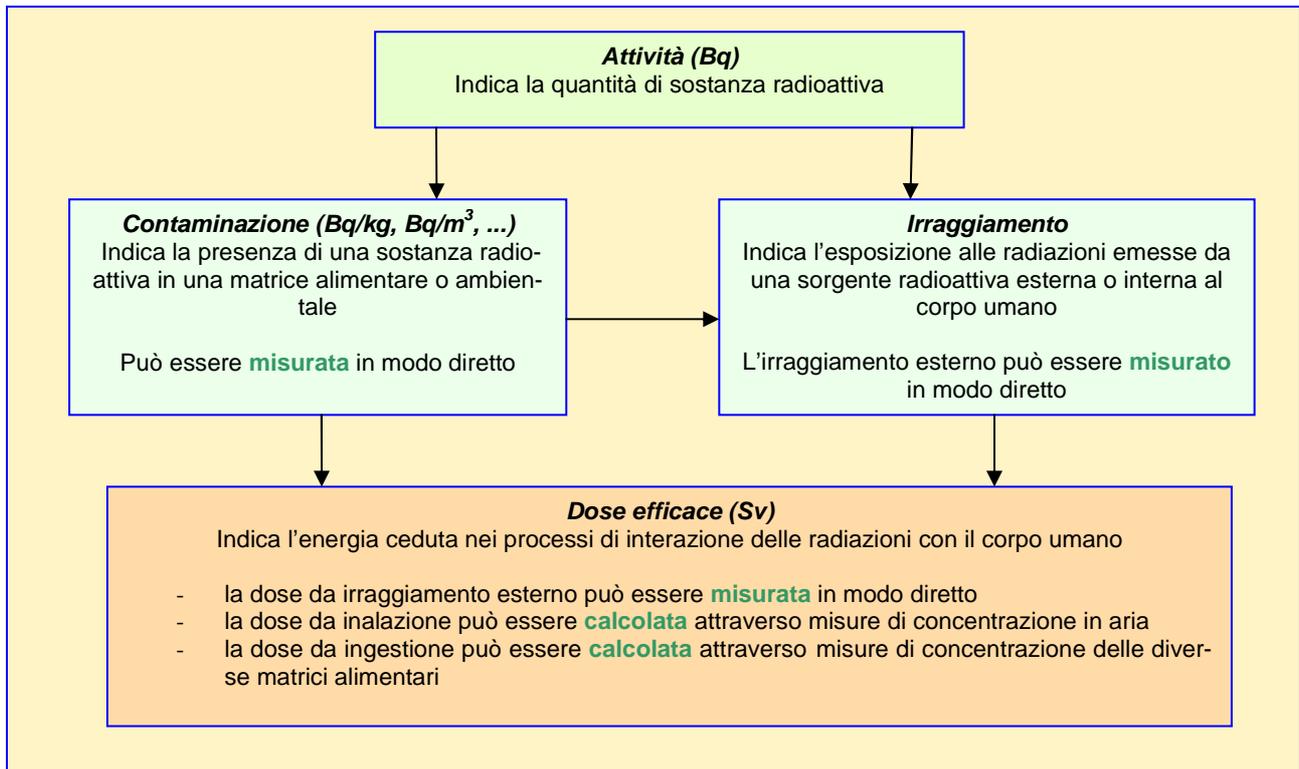
Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

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

Tralasciando in questa sede il dettaglio dei calcoli necessari per la determinazione dei *valori soglia* li riporteremo di volta in volta in calce ai risultati analitici per consentire un immediato confronto.



6. METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte riportati in Allegato 1 – sono stati scelti per permettere la determinazione quantitativa dei contaminanti maggiormente rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico rispetto alla natura degli impianti oggetto del monitoraggio. Sullo stesso campione possono essere eseguite più determinazioni, applicando metodi diversi in funzione dei nuclidi di interesse. Tra questi:

- la *spettrometria gamma* permette la determinazione simultanea, qualitativa e quantitativa, dei radionuclidi gamma emittenti presenti nella matrice considerata, sia artificiali che naturali, ed in particolare permette di individuare con elevatissima

sensibilità la presenza di radioisotopi quali Cs-137 e Co-60. Può essere eseguita direttamente sul campione senza la necessità di effettuare processi di separazione dei radionuclidi e pertanto viene eseguita sulla quasi totalità dei campioni;

- la determinazione delle attività *alfa totale* e *beta totale* permette la quantificazione dell'attività imputabile a tutti i radionuclidi alfa emittenti e beta emittenti presenti nel campione, senza consentirne l'analisi qualitativa. Rappresenta un utile strumento per un confronto diretto con i *valori di screening* fissati per la contaminazione del particolato atmosferico e dell'acqua destinata al consumo umano;

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

- i *metodi radiochimici* prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emittenti (Plutonio, Americio) e beta emittenti (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 6.1 è riportato il numero di campioni – suddivisi per matrice – prelevati ed analizzati nel corso del 2011 nell’ambito della rete di monitoraggio radiologico ambientale ordinario del sito nucleare di Trino.

Nel grafico di figura 6.2 è invece riportata la distribuzione percentuale delle tipologie di analisi.

Figura 6.1 Campioni analizzati nell’anno 2011.

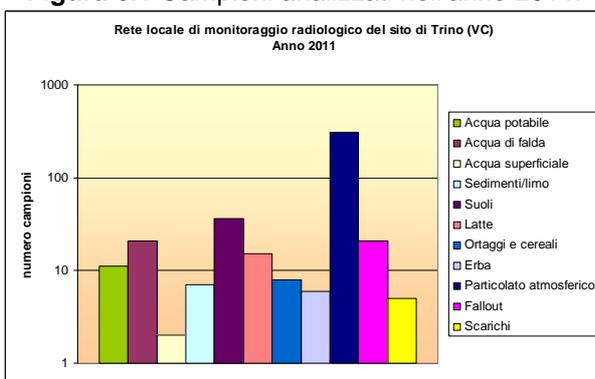
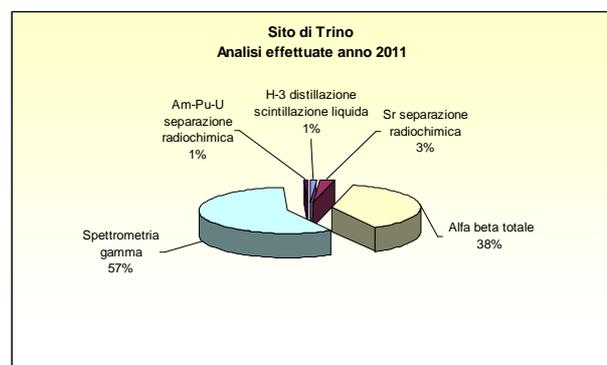


Figura 6.2 Analisi effettuate nell’anno 2011.



I risultati delle analisi vengono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite alla massa, al volume o alla superficie della matrice considerata (Bq/kg, Bq/l, Bq/m³ e Bq/m² rispettivamente). La sensibilità della misura viene indicata dal *Limite di Rivelabilità*, una grandezza che 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 comun-

que 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*. In tabella 6.1 sono riportati gli ordini di grandezza delle sensibilità di misura (*Limite di Rivelabilità*).

Tabella 6.1 Sensibilità di misura, espresse in termini dei *Limiti di Rivelabilità* (ordini di grandezza).

Parametro	Cs-137 Bq/kg	Cs-137 acqua Bq/l	Sr-90 acqua Bq/l	H-3 acqua Bq/l	α-tot acqua Bq/l	β-tot acqua Bq/l	α-tot aria Bq/m ³	β-tot aria Bq/m ³
Limite di rivelabilità	0,5	0,005	0,005	4	0,1	0,2	0,00008	0,0002

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

7. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

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

- catene spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo p o di tipo n e software di elaborazione ORTEC "Gamma Vision - versione 6";
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Wallac mod. Winspectral 1414.



Catene spettrometriche gamma con rivelatori al Germanio

8. LA RETE DI MONITORAGGIO

Nell'anno 2011 la rete di monitoraggio del sito di Trino è rimasta invariata poiché non sono intervenuti cambiamenti sostanziali dello scenario globale.

La rete è stata a suo tempo predisposta con apposito studio radioecologico che ha permesso di individuare le matrici ambientali e alimentari considerate come indicatori locali, la frequenza minima di campionamento, le determinazioni analitiche da effettuare ed i valori di riferimento da adottare (paragrafo 5).

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

Di seguito sono riportate la cartina (fig. 8.1) con la dislocazione dei punti di prelievo dei campioni della rete di monitoraggio e la tabella 8.1 con il piano di monitoraggio.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 8.1 Distribuzione dei punti di prelievo del piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino.

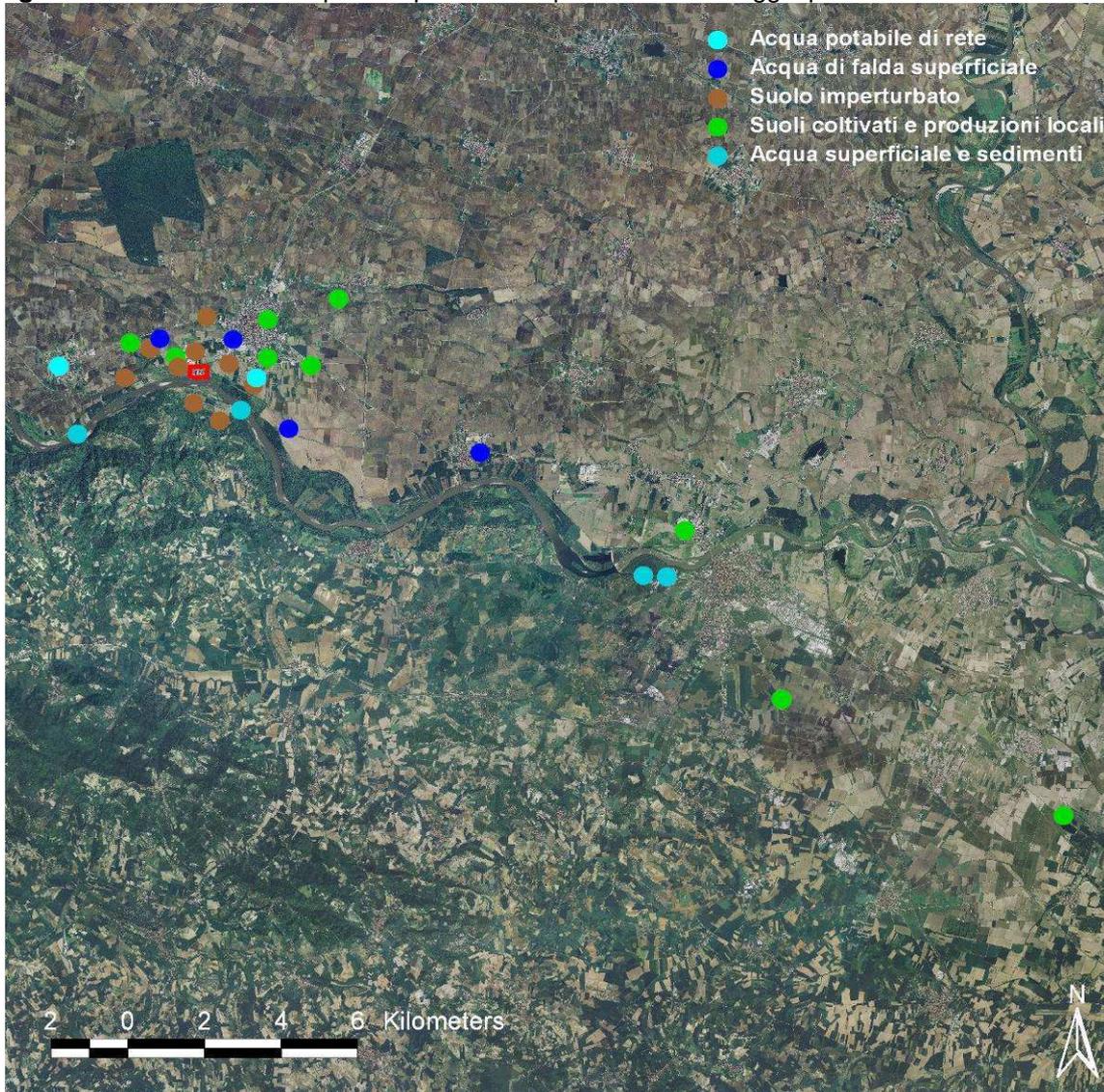


Tabella 8.1 Piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino per l'anno 2011.

Matrice	Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Parametro	S Bq/kg Bq/m ³	R _{non} rilevanza j Bq/kg Bq/m ³	R _i Bq/kg Bq/m ³
Acqua potabile	TQ01, TQ02	trimestrale	α totale	0,5		
			β totale	1		
			H-3	100		
			Cs-134		1,1	11
			Cs-137		1,5	15
			Co-60		1,2	12
			Sr-90		0,29	2,9
			Am-241		0,018	0,18
			Pu-239/240		0,016	0,16
			Pu-238		0,017	0,17
Acqua di falda superficiale	TP01, TP02, TP03, TO01, TO03	trimestrale	α totale	0,5		
			β totale	1		
			H-3	100		
			Cs-134		1,1	11
			Cs-137		1,5	15
			Co-60		1,2	12
			Sr-90		0,29	2,9
			Am-241		0,018	0,18
			Pu-239/240		0,016	0,16
			Pu-238		0,017	0,17
Cereali	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	annuale	Cs-137		5,5	550
			Co-60		4,4	420
Latte	TC01, TC02, TC03	trimestrale	Cs-137		4	400
			Co-60		1,5	150
			Sr-90		0,36	36
Sedimenti fluviali	TF01, TF02, TF03	semestrale	Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
			Pu-239/240		210	21000
			Pu-238		220	22000
Ortaggi	TO01, TO03	trimestrale	Cs-137		13	1300
			Co-60		9,3	930
Erba	TS09	semestrale	Cs-137			
			Co-60			
Suolo imperturbato	TS01, TS02, TS03, TS04, TS05, TS06, TS07, TS08, TS09	semestrale	Cs-137		10000	1000000
			Co-60		2300	230000
			Cs-137		10000	1000000
Suolo coltivato	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	annuale	Co-60		2300	230000
			Am-241		850000	85000000
			Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
Particolato atmosferico	VA01	continua	α totale ritardata	0,0005		
			β totale ritardata	0,005		
			Cs-137		0,3	30
			Co-60		0,13	13
			I-131		0,073	7,3

9. MONITORAGGIO AMBIENTALE – RISULTATI DELLE MISURE

In questa sezione si riportano i risultati del monitoraggio ordinario dell'anno 2011. Si segnala che tutti i risultati delle misure, dal 2006

al 2011, sono liberamente consultabili, in modo interattivo, nella sezione [Radiazioni](#) del Geoportale di Arpa Piemonte.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Acqua potabile di rete

Nei campioni di acqua potabile distribuita dall'acquedotto di Trino (punto TQ01) e da quello di Palazzolo Vercellese (punto TQ02) non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

In particolare i risultati ottenuti si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



Tabella 9.1 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile di rete.

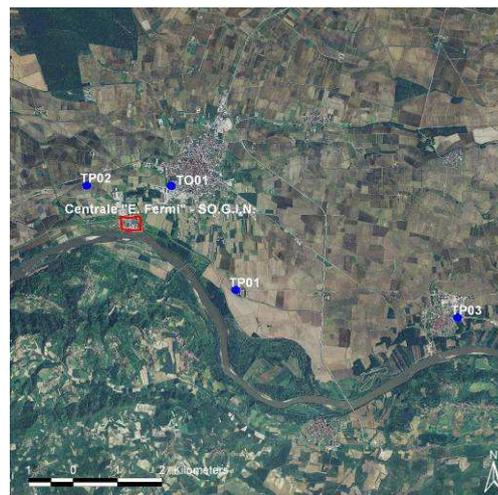
Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
TQ01	11/005271	08/02/2011	< 0,161	< 0,210	< 0,00472	< 0,00530	< 0,00262	< 0,00368 11/063040*	< 4,11 11/063040*
	11/023003	17/05/2011	< 0,129	< 0,191	< 0,00494	< 0,00487	< 0,00268		
	11/032621	05/07/2011	< 0,141	< 0,222	< 0,00748	< 0,00579	< 0,00285		
	11/054795	21/10/2011	0,116 ± 0,079	0,134 ± 0,104	< 0,00664	< 0,00318	< 0,00563		
TQ02	11/005269	08/02/2011	< 0,158	< 0,21	< 0,00479	< 0,00129	< 0,00284	< 0,00354 11/063041*	< 4,09 11/063041*
	11/023001	17/05/2011	< 0,140	< 0,195	< 0,00502	< 0,00323	< 0,00189		
	11/032620	05/07/2011	< 0,119	< 0,192	< 0,00717	< 0,00388	< 0,00351		
	11/054794	21/10/2011	0,0727 ± 0,0635	0,118 ± 0,090	< 0,00312	< 0,00430	< 0,00143		
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

* Numero del campione composito annuale

Acqua di falda superficiale

Nell'acqua di falda superficiale prelevata dai pozzi privati nei punti TP01, TP02, TP03, TO01 e TO03 non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale (a partire dal II trimestre 2011 il punto TO01 è stato sostituito dal punto TO03). 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 di screening* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Tabella 9.2 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
TO01	11/009649	08/03/2011	0,122 ± 0,078	0,208 ± 0,138	< 0,00327	< 0,00598	< 0,00395	< 0,00411 11/063034*	< 4,07 11/063034*
TO03	11/026936	09/06/2011	0,083 ± 0,0651	0,125 ± 0,096	< 0,00692	< 0,00527	< 0,00147	< 0,00427 11/063037*	< 4,03 11/063037*
	11/041346	30/08/2011	< 0,159	< 0,208	< 0,00159	< 0,0026	< 0,00445		
	11/059441	15/11/2011	< 0,145	< 0,178	< 0,00544	< 0,00544	< 0,00163		
TP01	11/009436	07/03/2011	0,0829 ± 0,0692	0,395 ± 0,157	< 0,00571	< 0,00544	< 0,00286	< 0,00471 11/063043*	< 4,12 11/063043*
	11/026383	07/06/2011	< 0,112	< 0,242	< 0,00202	< 0,00269	< 0,00313		
	11/051346	03/10/2011	< 0,132	0,113 ± 0,102	< 0,00407	< 0,00247	< 0,00121		
	11/057164	07/11/2011	< 0,120	0,207 ± 0,113	< 0,00619	< 0,00385	< 0,00294		
TP02	11/009434	07/03/2011	< 0,122	0,160 ± 0,107	< 0,00568	< 0,00541	< 0,00411	< 0,00572 11/063044*	< 4,11 11/063044*
	11/026378	07/06/2011	< 0,0912	< 0,181	< 0,00518	< 0,00313	< 0,00317		
	11/050137	27/09/2011	< 0,151	< 0,227	< 0,00828	< 0,00858	< 0,00764		
	11/059443	15/11/2011	0,122 ± 0,073	0,236 ± 0,12	< 0,00454	< 0,00421	< 0,00257		
TP03	11/009435	07/03/2011	< 0,170	< 0,198	< 0,00417	< 0,00268	< 0,00483	< 0,00476 11/063045*	< 4,05 11/063045*
	11/026380	07/06/2011	< 0,0937	< 0,158	< 0,00446	< 0,00585	< 0,00367		
	11/050139	27/09/2011	< 0,158	< 0,194	< 0,00269	< 0,00278	< 0,00160		
	11/057165	07/11/2011	0,0672 ± 0,0599	< 0,161	< 0,00313	< 0,00428	< 0,00406		
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

* Numero del campione composito annuale

Suolo imperturbato – strato superficiale

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli prelevati 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. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Tabella 9.3 Risultati delle misure sui campioni di suolo imperturbato – strato superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TS01	11/016112	05/04/2011	< 2,98	< 0,956	< 0,426	21,6 ± 2,5
	11/054256	18/10/2011	< 2,20	< 0,448	< 0,647	2,76 ± 0,55
TS02	11/016115	05/04/2011	< 1,64	< 0,486	< 0,659	11,7 ± 1,5
	11/054274	18/10/2011	< 3,45	< 0,652	< 0,433	19,6 ± 1,8
TS03	11/016118	05/04/2011	< 1,25	< 1,30	< 0,764	21,8 ± 2,7
	11/054281	18/10/2011	< 2,62	< 1,04	< 0,661	22,0 ± 2,1
TS04	11/016116	05/04/2011	< 1,51	< 0,664	< 0,449	139 ± 15
	11/054279	18/10/2011	< 2,37	< 0,730	< 0,420	69,8 ± 5,9
TS05	11/016117	05/04/2011	< 2,23	< 0,473	< 0,403	19,7 ± 2,4
	11/054276	18/10/2011	< 2,47	< 0,454	< 0,618	11,8 ± 1,3
TS06	11/015905	04/04/2011	< 2,50	< 1,48	< 1,17	16,6 ± 2,2
	11/054266	18/10/2011	< 3,02	< 0,465	< 0,452	18,6 ± 1,7
TS07	11/015906	04/04/2011	< 1,18	< 0,417	< 0,648	32,9 ± 3,8
	11/054269	18/10/2011	< 3,74	< 1,14	< 0,496	27,0 ± 2,5
	11/015908	04/04/2011	< 3,68	< 0,323	< 0,634	34,9 ± 3,9
TS08	11/054270	18/10/2011	< 2,75	< 0,465	< 0,656	44,4 ± 3,8
	11/016114	05/04/2011	< 4,21	< 0,320	< 0,383	11,4 ± 1,4
TS09	11/051347	03/10/2011	< 3,04	< 0,225	< 0,575	17,0 ± 1,6
R_{non} rilevanza			850000	2300	3900	10000

Erba

Nell'erba prelevata nel punto TS09, nei pressi della Centrale, non è mai stata riscontrata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

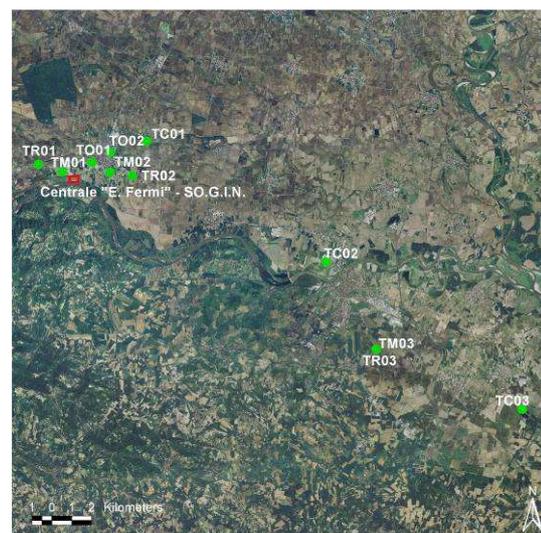
Non sono riportati i *valori soglia* poiché non definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo.

Tabella 9.4 Risultati delle misure sui campioni di erba.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	I-131 Bq/kg
TS09	11/016114	05/04/2011	< 4,55	< 1,42	< 6,38	< 17,2
	11/051347	03/10/2011	< 3,23	< 3,40	< 5,99	< 52,0

Suoli coltivati e relative coltivazioni

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli coltivati a riso (punti TR01, TR02, TR03) e a mais (punti TM01, TM02, TM03) 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. I valori osservati risultano pressoché costanti nel tempo 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 Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Tabella 9.5 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TM01	11/041341	30/08/2011	< 3,04	< 0,599	< 0,492	20,9 ± 2,6
TM02	11/041344	30/08/2011	< 2,53	< 0,698	< 0,373	11,1 ± 1,1
TM03	11/047548	14/09/2011	< 3,26	< 1,04	< 0,499	14,8 ± 1,5
TR01	11/048718	20/09/2011	< 2,11	< 0,624	< 0,251	6,80 ± 0,82
TR02	11/048818	20/09/2011	< 3,83	< 0,381	< 0,333	22,0 ± 2,0
TR03	11/047549	14/09/2011	< 3,14	< 0,960	< 0,436	18,3 ± 1,7
R non rilevanza			240	440	380	550

Nel riso (punti TR01, TR02, TR03) e nel mais (punti TM01, TM02, TM03) coltivati nei terreni sopra riportati non è mai 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*.

Tabella 9.6 Risultati delle misure sui campioni di mais e riso coltivati nei suoli di cui alla tabella 9.5.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TM01	11/041343	30/08/2011	< 0,333	< 0,166	< 0,234
TM02	11/041345	30/08/2011	< 0,358	< 0,0995	< 0,102
TM03	11/047545	14/09/2011	< 0,233	< 0,135	< 0,191
TR01	11/048708	20/09/2011	< 0,318	< 0,136	< 0,167
TR02	11/048722	20/09/2011	< 0,238	< 0,128	< 0,263
TR03	11/047550	14/09/2011	< 0,218	< 0,144	< 0,338
R non rilevanza			4,1	3,8	5,5

Latte bovino crudo

Nel latte bovino crudo di produzione locale, prelevato presso le cascine TC01, TC02 e TC03 non è presente contaminazione da radionuclidi artificiali.

I dati osservati sono sempre al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Tabella 9.7 Risultati delle misure sui campioni di latte bovino crudo di produzione locale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l
TC01	11/005273	08/02/2011	< 0,348	< 0,276	< 0,381	< 0,00566 12/001819*
	11/024970	01/06/2011	< 0,287	< 0,0991	< 0,332	
	11/050527	29/09/2011	< 0,226	< 0,156	< 0,243	
	11/056777	02/11/2011	< 0,185	< 0,170	< 0,0871	
TC02	11/006943	17/02/2011	< 0,283	< 0,196	< 0,344	< 0,00544 12/001820*
	11/024963	01/06/2011	< 0,235	< 0,0584	< 0,160	
	11/050524	29/09/2011	< 0,187	< 0,111	< 0,0843	
	11/057166	07/11/2011	< 0,161	< 0,129	< 0,172	
TC03	11/006944	17/02/2011	< 0,182	< 0,196	< 0,152	< 0,00632 12/001821*
	11/024967	01/06/2011	< 0,0381	< 0,117	< 0,103	
	11/050525	29/09/2011	< 0,146	< 0,0797	< 0,115	
	11/056774	02/11/2011	< 0,280	< 0,127	< 0,188	
R non rilevanza			1,5	3,2	4	0,36

* Numero del campione composito annuale

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Ortaggi

Negli ortaggi (insalata, cavoli, coste) prelevati presso gli orti TO1 e TO3 di Trino non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da

radionuclidi artificiali. I valori dei *Limiti di Rilevabilità* sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Tabella 9.8 Risultati delle misure sui campioni di ortaggi (insalata, cavoli, coste).

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TO01	11/023507	20/05/2011	< 0,314	< 0,213	< 0,451
TO03	11/054793	21/10/2011	< 0,350	< 0,180	< 0,257
R non rilevanza			9,3	8,8	13

Sedimenti fluviali

Nei sedimenti fluviali del fiume Po prelevati a monte (TF01) e a valle (TF03) dell'impianto è presente contaminazione da Cs-137 con concentrazioni confrontabili con quelle comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. Non si evidenziano situazioni di accumulo in correlazione agli scarichi di effluenti radioattivi liquidi da parte dell'impianto (TF02).

Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* (non è riportato il *valore soglia per I-131* – di provenienza ospedaliera – poiché per questa matrice è considerato solo come indicatore qualitativo).



Tabella 9.9 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti del fiume Po.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	I-131 Bq/kg
TF01	11/009432	07/03/2011	< 1,35	< 0,238	< 0,351	4,71 ± 0,61	0,983±0,276
	11/054265	18/10/2011	< 4,10	< 0,556	< 0,344	9,94 ± 0,99	< 1,31
TF02	11/011687	21/03/2011	< 2,99	< 0,148	< 0,414	2,38 ± 0,39	< 0,778
	11/026937	09/06/2011	< 2,90	< 0,316	< 0,415	3,31 ± 0,55	< 0,835
	11/061402	28/11/2011	< 2,53	< 0,481	< 0,538	3,88 ± 0,63	< 0,569
TF03	11/029375	21/06/2011	< 2,73	< 0,457	< 0,432	1,11 ± 0,32	< 0,608
	11/051341	03/10/2011	< 3,99	< 0,688	< 0,380	2,56 ± 0,38	< 1,06
R non rilevanza			240	440	380	550	

Particolato atmosferico

Nel particolato atmosferico prelevato in continuo presso la sede Arpa di Vercelli non è mai

stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale correlabile all'impianto.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

La contaminazione da I-131 riscontrata nelle settimane a cavallo tra marzo ed aprile 2011, evidenziata nella tabella, è riconducibile al passaggio della nube radioattiva proveniente da Fukushima.

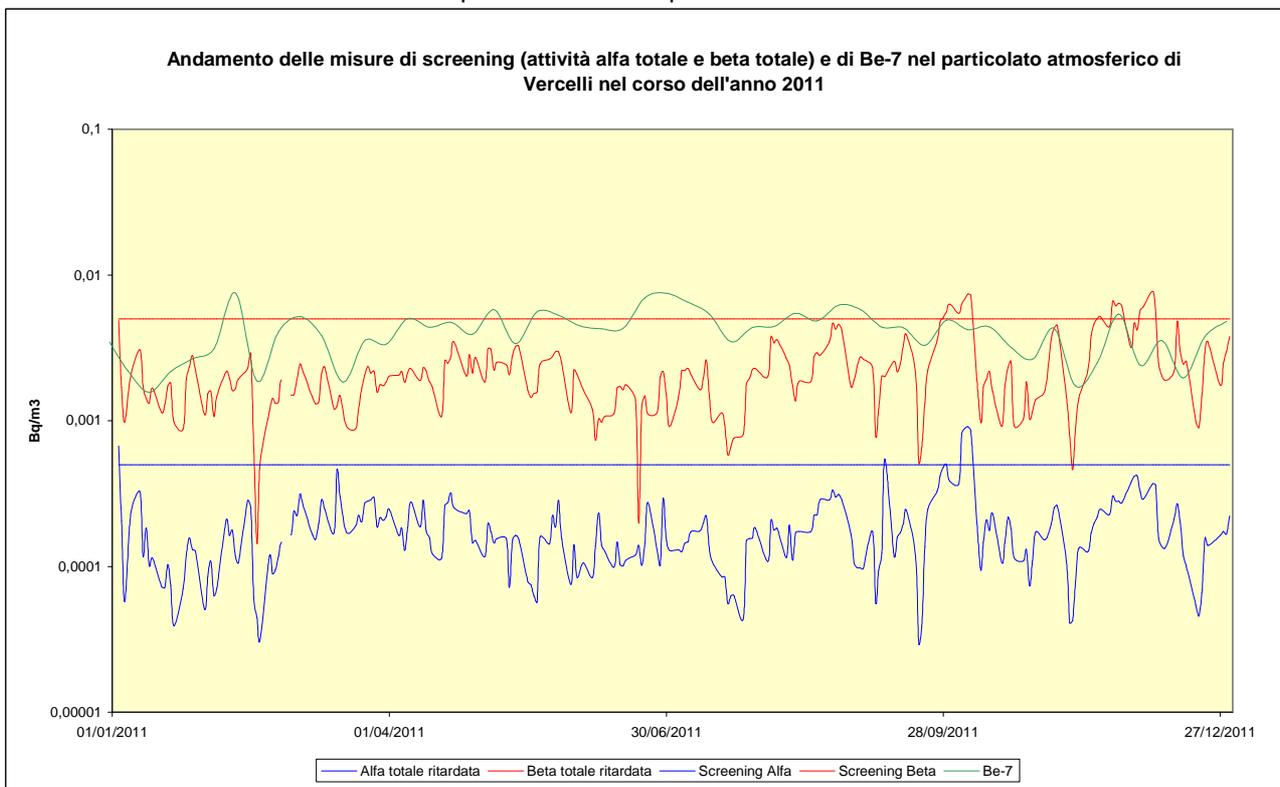
Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate sono imputabili alla presenza di radionuclidi di origine naturale a vita non breve e ad una maggiore concentrazione di questi ultimi si devono attribuire i superamenti dei valori di *screening* per l'attività beta totale

tra i mesi di ottobre e novembre così come alfa totale nel mese di ottobre.

Non è mai stato riscontrato il superamento dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* (non definibile per Be-7 essendo un radionuclide naturale).

In tabella 9.10 sono riportati i risultati delle misure sui campioni composti settimanali, mentre nella figura 9.1 è riportato l'andamento delle misure di *screening* (attività alfa totale e beta totale) e di Be-7.

Figura 9.1 Andamento delle misure di screening e di Be-7 sui campioni di particolato atmosferico prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.



ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Tabella 9.10 Risultati delle misure sui campioni composti settimanali di particolato atmosferico prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m ³	I-131 Bq/m ³	Be-7 Bq/m ³
VA01	11/000002	27/12/2010	03/01/2011	< 0,000498	< 0,00190	0,00379 ± 0,00084
	11/000403	03/01/2011	10/01/2011	< 0,000143	< 0,00120	0,00221 ± 0,00069
	11/001262	10/01/2011	17/01/2011	< 0,0000590	< 0,000651	< 0,00157
	11/002616	17/01/2011	24/01/2011	< 0,0000651	< 0,000436	0,00218 ± 0,00064
	11/003349	24/01/2011	31/01/2011	< 0,000102	< 0,000288	0,00266 ± 0,00061
	11/004607	31/01/2011	07/02/2011	< 0,0000644	< 0,000771	0,00311 ± 0,00062
	11/005853	07/02/2011	14/02/2011	< 0,000134	< 0,00204	0,00751 ± 0,00179
	11/007033	14/02/2011	21/02/2011	< 0,000112	< 0,00216	0,00187 ± 0,00064
	11/007859	21/02/2011	28/02/2011	< 0,0000799	< 0,000632	0,00408 ± 0,00095
	11/009011	28/02/2011	07/03/2011	< 0,000162	< 0,00244	0,00519 ± 0,00109
	11/010100	07/03/2011	14/03/2011	< 0,0000597	< 0,00178	0,00382 ± 0,00103
	11/011244	14/03/2011	21/03/2011	< 0,000159	< 0,00335	0,00184 ± 0,00072
	11/013156	21/03/2011	28/03/2011	< 0,0000819	< 0,000117	0,00353 ± 0,00055
	11/015511	28/03/2011	04/04/2011	< 0,0000876	0,000524 ± 0,000093	0,00335 ± 0,00075
	11/016781	04/04/2011	11/04/2011	< 0,0000557	0,000402 ± 0,000095	0,00502 ± 0,00067
	11/017830	11/04/2011	18/04/2011	< 0,0000378	0,000204 ± 0,000086	< 0,00438
	11/018757	18/04/2011	26/04/2011	< 0,0000580	< 0,000104	0,00472 ± 0,00066
	11/019456	26/04/2011	02/05/2011	< 0,000104	< 0,000880	0,00392 ± 0,00111
	11/021461	02/05/2011	09/05/2011	< 0,000132	< 0,000718	0,00577 ± 0,00078
	11/022624	09/05/2011	16/05/2011	< 0,000136	< 0,000379	0,00338 ± 0,00095
	11/023562	16/05/2011	23/05/2011	< 0,000154	< 0,000460	0,00558 ± 0,00086
	11/024606	23/05/2011	30/05/2011	< 0,0000815	< 0,00153	0,00530 ± 0,00073
	11/025532	30/05/2011	06/06/2011	< 0,0000552	< 0,00160	0,00446 ± 0,00077
	11/027380	06/06/2011	13/06/2011	< 0,0000357	< 0,00194	0,00428 ± 0,0007
	11/028828	13/06/2011	20/06/2011	< 0,0000390	< 0,000905	0,00431 ± 0,00106
	11/029872	20/06/2011	27/06/2011	< 0,0000813	< 0,000971	0,00699 ± 0,00074
	11/032120	27/06/2011	04/07/2011	< 0,0000732	< 0,000584	0,00750 ± 0,00063
	11/033442	04/07/2011	11/07/2011	< 0,0000432	< 0,000132	0,00649 ± 0,00055
	11/034465	11/07/2011	18/07/2011	< 0,0000437	< 0,000382	0,00538 ± 0,00043
	11/035744	18/07/2011	25/07/2011	< 0,0000224	< 0,000214	0,00349 ± 0,00045
	11/037657	25/07/2011	02/08/2011	< 0,0000427	< 0,000328	< 0,00436
	11/038564	02/08/2011	08/08/2011	< 0,0000350	< 0,000140	0,00444 ± 0,00046
	11/039457	08/08/2011	16/08/2011	< 0,0000666	< 0,000101	0,00545 ± 0,00056
	11/040058	16/08/2011	22/08/2011	< 0,0000915	< 0,000628	0,00484 ± 0,00058
	11/041053	22/08/2011	29/08/2011	< 0,0000628	< 0,000398	0,00619 ± 0,00055
	11/042993	29/08/2011	05/09/2011	< 0,0000175	< 0,000508	0,00581 ± 0,00079
	11/046654	05/09/2011	12/09/2011	< 0,0000534	< 0,000464	0,00439 ± 0,00056
	11/048057	12/09/2011	19/09/2011	< 0,0000852	< 0,000307	0,00435 ± 0,00058
	11/049511	19/09/2011	26/09/2011	< 0,0000565	< 0,0000691	0,00329 ± 0,00047
	11/051226	26/09/2011	03/10/2011	< 0,0000563	< 0,000633	0,00488 ± 0,00053
	11/052153	03/10/2011	10/10/2011	< 0,0000918	< 0,0000612	0,00422 ± 0,0005
	11/053597	10/10/2011	17/10/2011	< 0,0000504	< 0,00118	0,00440 ± 0,00051
11/054817	17/10/2011	24/10/2011	< 0,0000455	< 0,00045	0,00319 ± 0,00043	
11/056039	24/10/2011	31/10/2011	< 0,0000371	< 0,000411	0,00264 ± 0,00045	
11/057118	31/10/2011	07/11/2011	< 0,0000692	< 0,000458	0,00430 ± 0,00046	
11/058975	07/11/2011	14/11/2011	< 0,0000375	< 0,000295	0,00173 ± 0,00029	
11/059904	14/11/2011	21/11/2011	< 0,0000174	< 0,000335	0,00250 ± 0,00049	
11/061082	21/11/2011	28/11/2011	< 0,0000907	< 0,000934	0,00539 ± 0,00094	
11/062636	28/11/2011	05/12/2011	< 0,0000645	< 0,000513	0,00240 ± 0,00049	
11/063258	05/12/2011	12/12/2011	< 0,0000895	< 0,000335	0,00355 ± 0,00056	
11/064074	12/12/2011	19/12/2011	< 0,0000486	< 0,000339	0,00197 ± 0,00051	
11/064772	19/12/2011	27/12/2011	< 0,0000575	< 0,000384	0,00378 ± 0,00043	
12/000004	27/12/2011	02/01/2012	< 0,000124	< 0,000438	0,00481 ± 0,00056	
R_{non} rilevanza			0,3	0,073	-	

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Fallout

Nel *Fallout* (ricaduta al suolo) campionato in continuo nel corso del 2011 presso la sede Arpa di Vercelli non è stata rilevata alcuna contaminazione da radionuclidi artificiali, tranne che nella settimana dal 21 al 28 mar-

zo, quando è stata rilevata la presenza di I-131 proveniente da Fukushima (tabelle 9.11 e 9.12). Non sono riportati i valori soglia poiché non definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo.

Tabella 9.11 Risultati delle misure sui campioni di *fallout* prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m ²	I-131 Bq/m ²	Be-7 Bq/m ²
VA01	11/004555	03/01/2011	03/02/2011	< 0,292	< 1,88	52,5 ± 4,3
	11/008232	03/02/2011	01/03/2011	< 0,284	< 1,82	107 ± 6
	11/029422	01/03/2011	28/03/2011	< 0,352	n.a.	282 ± 17
	11/029425	28/03/2011	26/04/2011	< 0,271	n.a.	43,4 ± 4,9
	11/029428	26/04/2011	01/06/2011	< 0,231	n.a.	396 ± 21
	11/032063	01/06/2011	01/07/2011	< 0,245	< 4,70	271 ± 14
	11/038015	03/08/2011	03/08/2011	< 0,200	< 1,07	184 ± 10
	11/042410	03/08/2011	02/09/2011	< 0,196	< 1,85	108 ± 6
	11/051576	02/09/2011	04/10/2011	< 0,237	< 2,12	183 ± 10
	11/056906	04/10/2011	02/11/2011	< 0,271	< 1,15	47,0 ± 3,3
	11/062539	02/11/2011	01/12/2011	< 0,254	< 4,67	232 ± 12
12/000311	01/12/2011	03/01/2012	< 0,267	< 2,67	66,1 ± 4,7	

Durante il passaggio della nube radioattiva proveniente da Fukushima la frequenza di prelievo del fallout – usualmente mensile – è stata intensificata al fine di valutare in tempi brevi le ricadute sul territorio regionale. Successivamente questi campioni sono stati raggruppati in campioni compositi mensili (relati-

vamente ai mesi di marzo e aprile) per poter disporre di dati omogenei a quelli relativi alla programmazione ordinaria. Per questo motivo in tabella 9.11 in alcuni casi non è stato riportato il valore di concentrazione dello I-131 per il cui dettaglio si rimanda alla tabella 9.12.

Tabella 9.12 Risultati delle misure sui campioni settimanali di *fallout* prelevati presso la sede Arpa di Vercelli durante il passaggio della nube proveniente da Fukushima.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m ²	I-131 Bq/m ²	Be-7 Bq/m ²	Sr-90 Bq/m ²	Pu-238 Bq/m ²	Pu- 239/240 Bq/m ²
VA01	11/013699	21/03/2011	28/03/2011	< 0,209	11,4 ± 2,9	24,2±2,5	<0,0477	< 0,159	< 0,0623
	11/015515	28/03/2011	04/04/2011	< 0,116	< 0,653	5,78±1,79	<0,0577	< 0,138	< 0,0354
	11/016792	04/04/2011	11/04/2011	< 0,241	< 1,29	4,94±1,00	<0,0629	< 0,850	< 0,0233
	11/017831	11/04/2011	18/04/2011	< 0,159	< 1,21	4,58±1,15	<0,0574	< 0,119	< 0,0260
	11/018758	18/04/2011	26/04/2011	< 0,142	< 1,13	21,8±2,5	-	-	-
	11/019992	26/04/2011	02/05/2011	< 0,146	< 5,33	74,7±7,2	-	-	-
	11/021464	02/05/2011	09/05/2011	< 0,199	< 0,41	11,4±1,5	-	-	-
	11/024981	09/05/2011	01/06/2011	< 0,147	< 1,31	192±10	-	-	-

Nella figura 9.2 è rappresentato l'andamento delle precipitazioni giornaliere – rilevate presso la stazione meteo Arpa di Vercelli – e della

concentrazione di Be-7 (radionuclide naturale di origine cosmica).

ARPA Piemonte

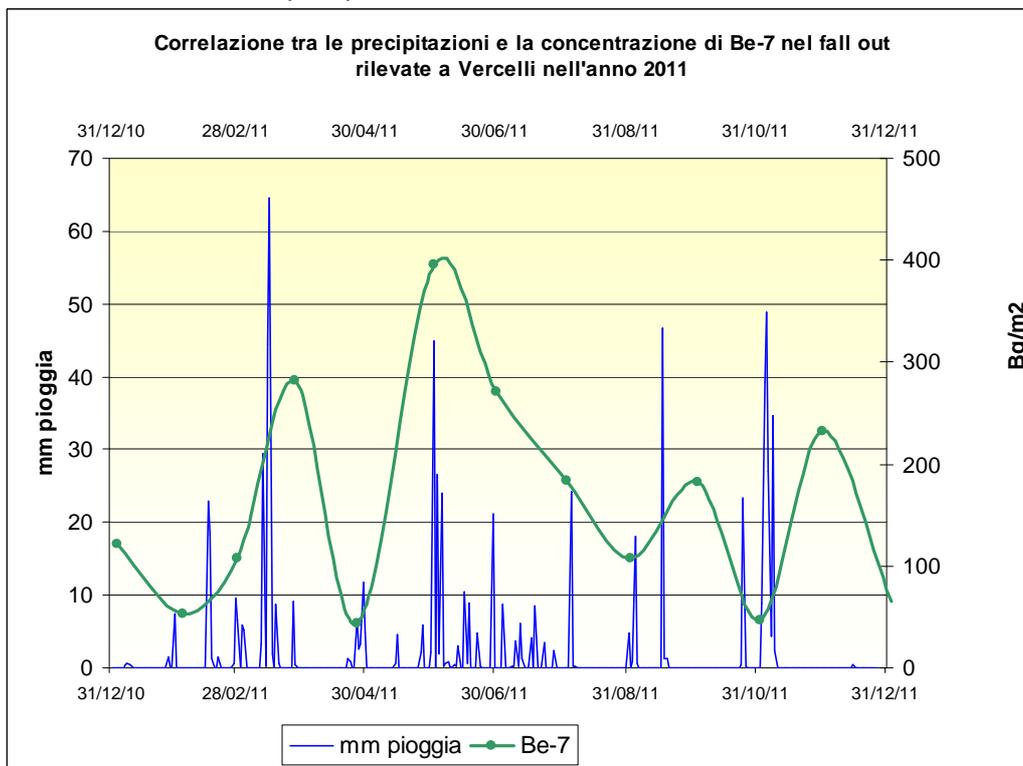
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 9.2 Correlazione tra le precipitazioni e la concentrazione di Be-7 nel fallout rilevate a Vercelli.



10. ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI

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

Arpa Piemonte, in accordo con ISPRA (già Apat) e con l'Esercente, effettua indagini ambientali specifiche in occasione di ogni scarico.

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

In tabella 10.1 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.

I controlli ambientali eseguiti (si veda il paragrafo 9 - sedimenti) hanno consentito di verificare la corretta diluizione degli scarichi nel fiume Po e non hanno evidenziato fenomeni di accumulo.

Tabella 10.1 Impegno delle formule di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Impegno formula di scarico	9,2% *	3,4% *	2,3% *	2,6% *	1,6% **	1,3% **	1,3%**

* Dati SO.G.I.N. ** Dati Arpa Piemonte

Nel grafico di figura 10.1 è riportato l'andamento nel tempo delle concentrazioni di

Cs-137 nel punto TF03. Come si può osservare i valori nei campioni prelevati nel corso

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

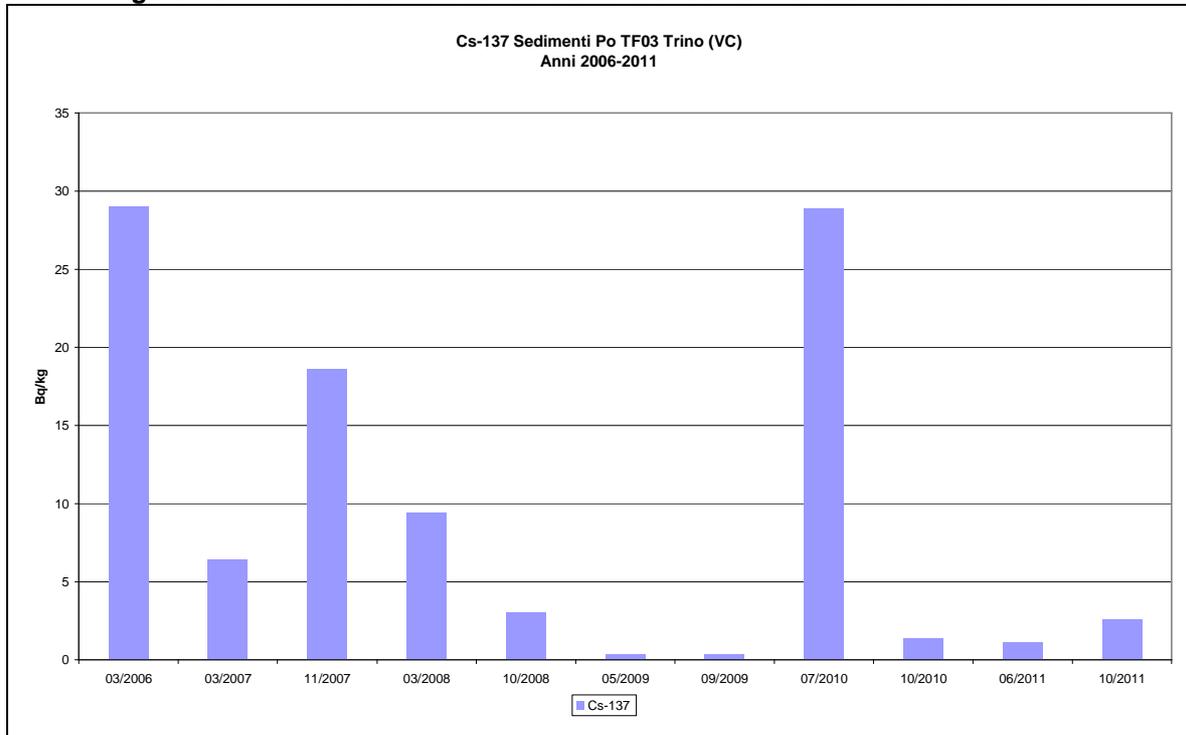
Struttura Semplice Siti Nucleari

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

degli anni evidenziano variazioni significative ma sempre nettamente al di sotto dei valori

soglia per la non rilevanza radiologica.

Figura 10.1 Andamento della concentrazione di Cs-137 nei sedimenti del fiume Po



11. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sulla base dei dati riportati ai paragrafi 9 e 10 è possibile calcolare la *dose efficace* per gli *individui di riferimento* della popolazione. Pur assumendo ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di 1 mSv/anno (pari a 1000 μ Sv/anno) per gli individui del *gruppo critico* ed in particolare risulta rispettato anche il *limite di non rilevanza radiologica* di 0,01 mSv/anno (10 μ Sv/anno). In tabella 11.1 è riportata la stima della *dose efficace* per gli *individui di riferimento* della popolazione nell'anno 2011. Nel calcolo sono stati considerati i contributi dei radionuclidi di riferi-

mento, anche se al di sotto dei *Limiti di Rivelabilità*.

Per i radionuclidi il cui contributo agli scarichi è trascurabile è stato comunque considerato cautelativamente il contributo alla *dose efficace* con un fattore di peso pari a 0,1 (ad eccezione di Sr-90 per il quale il contributo è stato considerato integralmente, data l'elevata radiotossicità).

Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo riportate al paragrafo 5.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

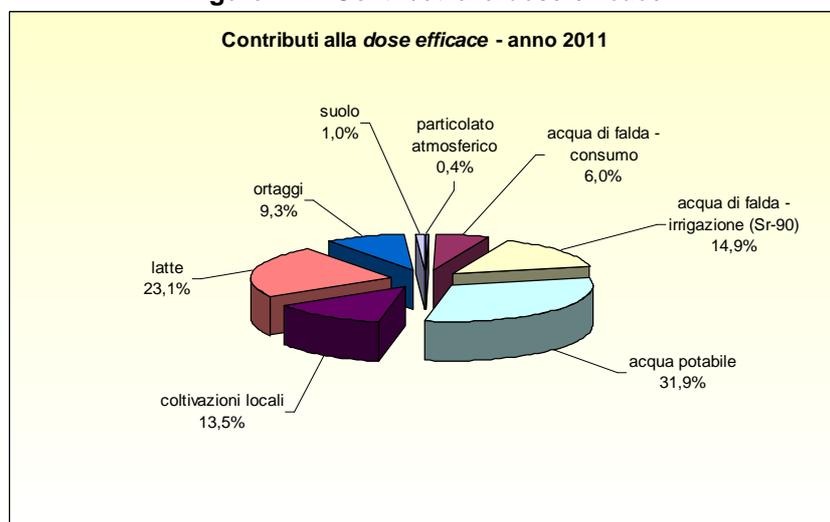
Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Tabella 11.1 Stima della *dose efficace* sulla base dei risultati riportati al paragrafo 8.

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno
Ingestione	acqua potabile	0,00100
	acqua di falda superficiale – consumo	0,00019
	acqua di falda superficiale – irrigazione (Sr-90)	0,00048
	coltivazioni locali	0,00042
	latte	0,00073
	ortaggi	0,00029
Irraggiamento	suolo	0,00003
Inalazione	particolato atmosferico	0,00001
Totale		0,00315
Limite non rilevanza radiologica		0,01
Limite di dose efficace		1

Figura 11.1 Contributi alla *dose efficace*.



In figura 11.1 sono rappresentati i contributi percentuali alla *dose efficace*, ad evidenziare che alcuni comparti ambientali – quali il parti-

colato atmosferico ed il suolo – forniscono un contributo trascurabile alla *dose efficace*.

12. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi dei dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2011 permette di affermare che lo stato radiologico dell'ambiente circostante il sito di Trino è buono ed è rimasto invariato rispetto agli anni precedenti.

Il calcolo della *dose* ai *gruppi di riferimento della popolazione* ha confermato che non è stato superato il limite di 1 mSv/anno per gli

individui del *gruppo critico*, ed in particolare il limite di non rilevanza radiologica di 10 μ Sv/anno.

Da questo quadro non emergono pertanto situazioni di criticità per l'ambiente e per la popolazione.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

ALLEGATO 1 – Metodi

- U.RP.M755: “Determinazione di H-3 in acqua” – 3H-04-RC, Vol. 1 HASL-300, 28th edition Rev.0-February 1997 Tritium in water-liquid scintillation counting – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M756 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 in acqua - Eichrom Technologies, Inc. SWR01 rev. 1.4. Sr-89, Sr-90 in Water” – metodo interno;
- U.RP.M762 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 nel latte - 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.M795 “Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua mediante contatore proporzionale a flusso di gas - EPA METHOD 9310 rev. 0/1986 Gross alpha and gross beta” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M808: “Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M827: “Spettrometria gamma ad alta risoluzione” – metodo interno;
- U.RP.T085: “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno;

Arpa Piemonte è accreditata ISO 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203 rev. 4) per i metodi U.RP.M827 “Spettrometria gamma ad alta risoluzione”, U.RP.M756 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 in acqua” e U.RP.M795 “Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua mediante contatore proporzionale a flusso di gas”.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

ALLEGATO 2 – Glossario

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

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

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

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

ALLEGATO 3 - Bibliografia

- RT/2005/UDA ENEA Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente.
- A Compendium of Transfer Factors for Agricultural and Animal Products – L.H. Staven, B.A. Napier, K. Rhoads, D.L. Streng - Pacific Northwest National Laboratory Richland, Washington 99352.
- UNSCEAR Report 2000 vol. I.
- World Health Organization, *Guidelines for Drinking-water Quality. Third Edition*, 2004.

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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