

**CENTRO REGIONALE PER LE RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI
 Struttura Semplice 21.02 – Monitoraggio e controllo dei siti nucleari**

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

Rapporto anno 2008

Relazione tecnica n. 9/SS21.02/2009

Redazione	Funzione: Componente SS21.02 Nome: Luca Albertone	Data: 05/06/2009	Firma:
	Funzione: Responsabile SS21.02 Nome: Laura Porzio	Data: 05/06/2009	Firma:
Verifica	Funzione: Responsabile SS21.02 Nome: Laura Porzio	Data: 05/06/2009	Firma:
Approvazione	Funzione: Responsabile SC21 Funzione: Giovanni d'Amore	Data: 08/06/2009	Firma:



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	10
	Acqua potabile di rete	10
	Acqua di falda superficiale	11
	Suolo imperturbato – strato superficiale	12
	Erba	12
	Suoli coltivati e relative coltivazioni	13
	Latte bovino crudo	14
	Ortaggi	14
	Sedimenti fluviali	15
	Particolato atmosferico	15
	Fall out	17
10.	ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI	18
11.	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	18
12.	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	20

1. PREMESSA

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

del monitoraggio radiologico ambientale del sito nucleare di Trino (VC) condotto nell'anno 2008.

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. ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO

Nel corso del 2008 presso la Centrale Nucleare "E. Fermi", in attesa che si concluda l'iter autorizzativo per l'avvio del decommissioning, sono state svolte le attività ordinarie di mantenimento in sicurezza dell'impianto.

Nella piscina di stoccaggio dell'impianto sono attualmente contenuti 47 elementi di

combustibile nucleare irraggiato per il quale, nel periodo gennaio-marzo 2011, è previsto l'invio all'impianto francese di La Hague per il riprocessamento (fonte SO.G.I.N.). Sono stati effettuati n. 2 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Po.



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: è stata presentata l'istanza ai sensi del D. Lgs. 230/95; nel dicembre 2008 è stato emanato il Decreto VIA.
Prospettive: il piano di decommissioning prevede il rilascio del sito in condizioni di "Brown field*" entro il 2013.

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 critici*, 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 critici*. 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 2008 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

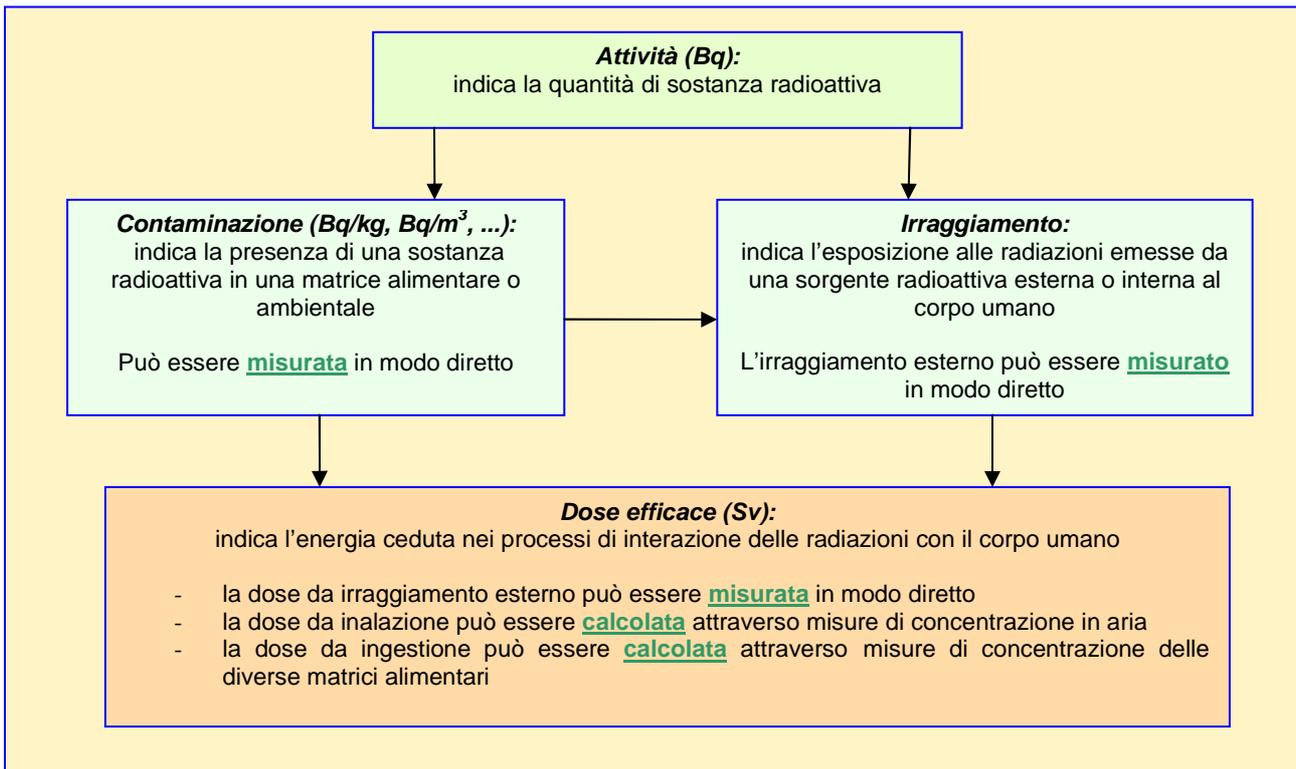
in 1 mSv per anno solare. Inoltre è fissato in 10 µSv per anno solare il *limite per la non rilevanza radiologica*: al di sotto di tale soglia si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

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 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 atmosferico). 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 dell'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

ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

strumento per un confronto diretto con i valori di screening fissati per la contaminazione dell'aria e dell'acqua destinata al consumo umano;

- i metodi radiochimici prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emittenti (Plutonio, Americio, Uranio) 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 2008 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 2008.

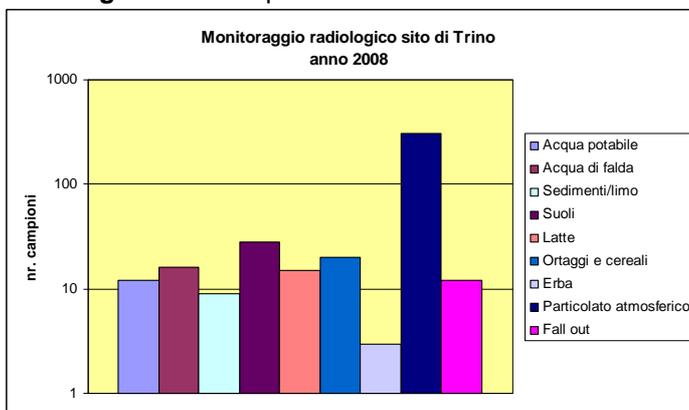
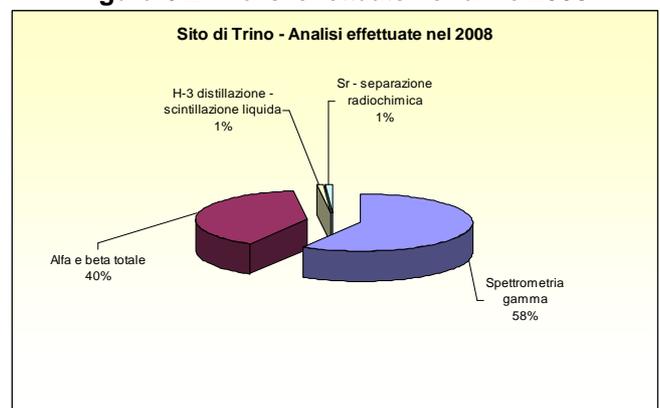


Figura 6.2 Analisi effettuate nell'anno 2008.



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 dalla MAR (Minima Attività Rilevabile): 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 considerata la MAR come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <). La sensibilità delle misure deve essere tale da garantire delle MAR (Minima Attività Rilevabile) 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 (MAR).

Tabella 6.1 Sensibilità di misura, espresse in termini delle MAR (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
MAR	0,5	0,005	0,005	4	0,1	0,2	0,00008	0,0002

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 "Gamma Vision - versione 6.07" della EG&G Ortec;
- 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

Con apposito studio radioecologico sono state individuate 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 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.

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

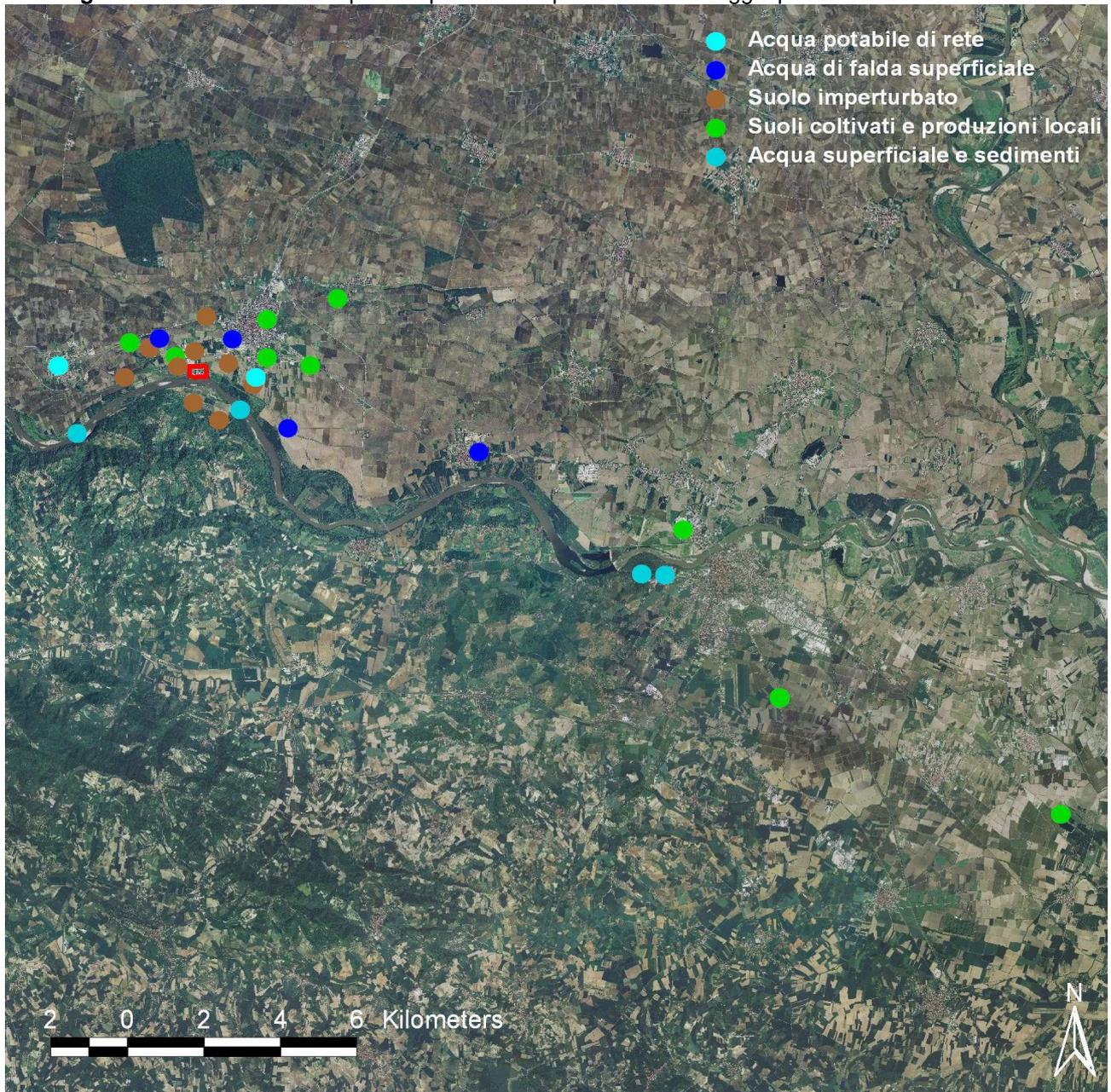


Tabella 8.1 Piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino.

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	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, TF04	semestrale	Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
			Pu-239/240		210	21000
			Pu-238		220	22000
Ortaggi	TO01, TO02	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

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.

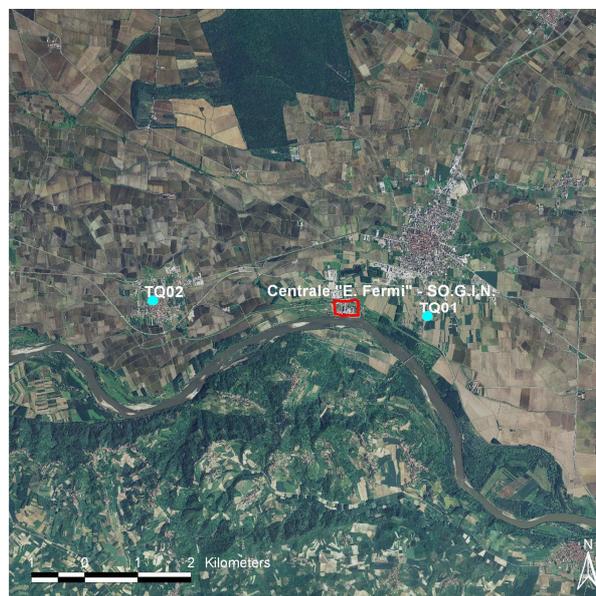


Tabella 9.1 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile di rete.

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	08/001184	18/01/2008	0,118 ± 0,045	< 0,141	< 0,00277	< 0,00293	< 0,00233		
	08/012978	15/05/2008	< 0,109	< 0,148	< 0,00221	< 0,0027	< 0,00219	< 0,00474	< 3,38
	08/021448	24/07/2008	< 0,091	< 0,135	< 0,00247	< 0,00164	< 0,0026	09/002189	09/002189
	08/032291	30/10/2008	< 0,152	< 0,178	< 0,00163	< 0,00233	< 0,00238		
TQ02	08/001649	24/01/2008	< 0,094	< 0,131	< 0,00186	< 0,00286	< 0,00125		
	08/012971	15/05/2008	< 0,078	0,260 ± 0,1	< 0,00221	< 0,00298	< 0,00215	< 0,00499	< 3,35
	08/021449	24/07/2008	< 0,084	< 0,138	< 0,0022	< 0,00161	< 0,00343	09/002190	09/002190
	08/032314	30/10/2008	< 0,114	< 0,143	< 0,00256	< 0,00302	< 0,00396		
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

Acqua di falda superficiale

Nell'acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi privati nei punti TP01, TP02, TP03 e TO01 non è mai stata rilevata 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 di screening* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



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	08/005525	05/03/2008	0,181 ± 0,054	0,367 ± 0,11	< 0,00266	< 0,00288	< 0,00341		
	08/015758	12/06/2008	0,497 ± 0,078	0,612 ± 0,12	< 0,0015	< 0,00359	< 0,00354	< 0,0044	< 3,32
	08/027315	17/09/2008	< 0,137	< 0,178	< 0,00105	< 0,00214	< 0,00214	09/002194	09/002194
	08/033990	18/11/2008	< 0,106	0,241 ± 0,093	< 0,00303	< 0,00263	< 0,00388		
TP01	08/001186	18/01/2008	< 0,094	< 0,14	< 0,00326	< 0,00310	< 0,00305		
	08/016375	18/06/2008	< 0,095	0,377 ± 0,093	< 0,0026	< 0,00195	< 0,00214	< 0,00601	< 3,33
	08/027320	17/09/2008	< 0,104	0,327 ± 0,096	< 0,00108	< 0,00237	< 0,00348	09/002191	09/002191
	08/034025	18/11/2008	< 0,105	0,316 ± 0,097	< 0,00193	< 0,00213	< 0,00314		
TP02	08/001647	24/01/2008	0,161 ± 0,053	0,612 ± 0,1	< 0,00215	< 0,00248	< 0,00241		
	08/016368	18/06/2008	< 0,107	0,243 ± 0,091	< 0,00215	< 0,00184	< 0,00285	< 0,00566	< 3,36
	08/027322	17/09/2008	< 0,093	0,359 ± 0,091	< 0,00217	< 0,00222	< 0,00251	09/002192	09/002192
	08/034024	18/11/2008	< 0,092	0,27 ± 0,098	< 0,00233	< 0,00279	< 0,00327		
TP03	08/001185	18/01/2008	< 0,087	< 0,126	< 0,00148	< 0,00145	< 0,00126		
	08/016370	18/06/2008	< 0,108	< 0,145	< 0,00279	< 0,00115	< 0,00354	< 0,00586	< 3,34
	08/027321	17/09/2008	0,169 ± 0,063	< 0,135	< 0,00259	< 0,00290	< 0,00206	09/002193	09/002193
	08/034027	18/11/2008	< 0,114	< 0,18	< 0,0024	< 0,00278	< 0,00213		
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

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*.



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	08/010163	16/04/2008	< 1,77	< 0,26	< 0,23	5,46 ± 0,72
	08/032315	30/10/2008	< 1,66	< 0,2	< 0,24	31,1 ± 3,8
TS02	08/010139	16/04/2008	< 3,48	< 0,25	< 0,32	21,6 ± 3,2
	08/032313	30/10/2008	< 1,36	< 0,32	< 0,21	12,3 ± 1,5
TS03	08/010138	16/04/2008	< 2,56	< 0,41	< 0,37	28,6 ± 4,3
	08/029563	07/10/2008	< 1,00	< 0,23	< 0,20	21,3 ± 2,6
TS04	08/010135	16/04/2008	< 3,71	< 0,36	< 0,34	102 ± 15
	08/029557	07/10/2008	< 2,61	< 0,33	< 0,34	90,5 ± 14
TS05	08/010137	16/04/2008	< 1,86	< 0,30	< 0,28	32,7 ± 4,4
	08/029562	07/10/2008	< 2,12	< 0,28	< 0,33	41,5 ± 5,00
TS06	08/010158	16/04/2008	< 2,15	< 0,18	< 0,20	17,1 ± 2,1
	08/031649	23/10/2008	< 1,98	< 0,31	< 0,25	13,3 ± 2,4
TS07	08/010157	16/04/2008	< 3,28	< 0,19	< 0,42	34,2 ± 4,7
	08/031650	23/10/2008	< 1,90	< 0,26	< 0,27	40,3 ± 4,9
TS08	08/010140	16/04/2008	< 2,43	< 0,28	< 0,39	32,4 ± 4,5
	08/031654	23/10/2008	< 1,67	< 0,2	< 0,20	37,6 ± 6,3
TS09	08/010142	16/04/2008	< 1,59	< 0,35	< 0,42	24,8 ± 3,1
	08/031651	23/10/2008	< 1,23	< 0,16	< 0,27	14,4 ± 1,8
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	08/010145	16/04/2008	< 2,53	< 2,40	< 2,83	< 7,40
	08/031652	23/10/2008	< 2,66	< 2,53	< 2,66	< 3,40

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*.

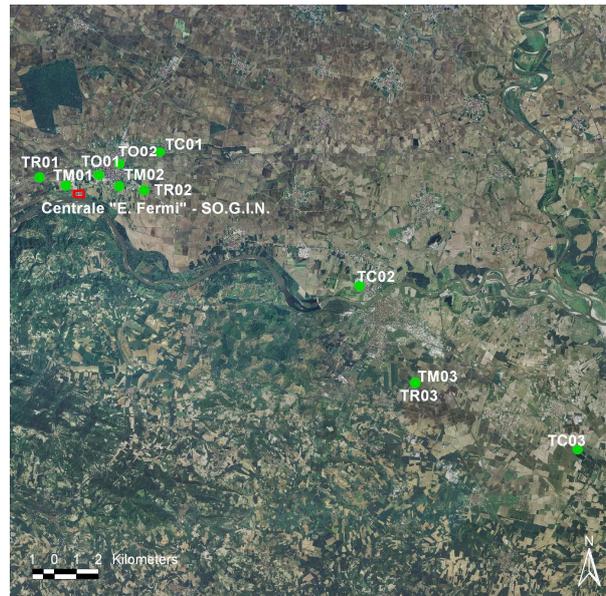


Tabella 9.5 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TM01	08/026453	10/09/2008	< 2,52	< 0,37	< 0,27	10,6 ± 2
TM02	08/026488	10/09/2008	< 1,49	< 0,18	< 0,27	14,9 ± 1,8
TM03	08/025888	04/09/2008	< 3,94	< 0,37	< 0,30	15,4 ± 2,6
TR01	08/026492	10/09/2008	< 3,06	< 0,29	< 0,28	12,5 ± 2,1
TR02	08/026445	10/09/2008	< 2,25	< 0,35	< 0,31	35,3 ± 6
TR03	08/025886	04/09/2008	< 1,29	< 0,34	< 0,33	18,7 ± 2,3
R_{non rilevanza}			240	440	380	550

Nel riso e nel mais coltivati nei terreni sopra riportati non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali.

I valori delle MAR (Minima Attività Rilevabile) 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	08/026456	10/09/2008	< 0,09	< 0,05	< 0,09
TM02	08/026489	10/09/2008	< 0,09	< 0,08	< 0,10
TM03	08/025887	04/09/2008	< 0,20	< 0,25	< 0,32
TR01	08/026490	10/09/2008	< 0,28	< 0,25	< 0,27
TR02	08/026446	10/09/2008	< 0,12	< 0,08	< 0,10
TR03	08/025884	04/09/2008	< 0,11	< 0,09	< 0,13
R_{non rilevanza}			4,1	3,8	5,5

ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

Latte bovino crudo

Nel latte bovino crudo di produzione locale, prelevato presso le cascine TC01, TC02 e TC03 è presente una lieve contaminazione da Sr-90 del tutto comparabile con quelle comunemente riscontrabili per questa matrice

in altre zone della provincia e della regione – conseguenza delle esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '50 e '60 .

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	08/002168	30/01/2008	< 0,25	< 0,16	< 0,30	< 0,0154 09/002184
	08/015768	12/06/2008	< 0,18	< 0,22	< 0,30	
	08/028284	25/09/2008	< 0,16	< 0,17	< 0,28	
	08/033013	10/11/2008	< 0,08	< 0,08	< 0,07	
TC02	08/002166	30/01/2008	< 0,18	< 0,17	< 0,29	< 0,0162 09/002185
	08/016519	20/06/2008	< 0,11	< 0,21	< 0,28	
	08/028285	25/09/2008	< 0,20	< 0,23	< 0,17	
	08/032978	10/11/2008	< 0,04	< 0,07	< 0,11	
TC03	08/002167	30/01/2008	< 0,09	< 0,23	< 0,30	< 0,0132 09/002186
	08/016518	20/06/2008	< 0,20	< 0,23	< 0,29	
	08/025882	04/09/2008	< 0,22	< 0,23	< 0,27	
	08/033010	10/11/2008	< 0,17	< 0,16	< 0,25	
R non rilevanza			1,5	3,2	4	0,36

Ortaggi

Negli ortaggi (insalata, cavoli, coste) prelevati presso gli orti TO1 e TO2 di Trino non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali. I valori delle MAR

(Minima Attività Rilevabile) 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	08/005523	05/03/2008	< 0,17	< 0,16	< 0,29
	08/015762	12/06/2008	< 0,25	< 0,20	< 0,31
	08/015764	12/06/2008	< 0,2	< 0,23	< 0,30
	08/027316	17/09/2008	< 0,11	< 0,23	< 0,30
	08/027317	17/09/2008	< 0,20	< 0,17	< 0,24
	08/034014	18/11/2008	< 0,22	< 0,17	< 0,28
	08/034016	18/11/2008	< 0,10	< 0,19	< 0,29
TO02	08/005526	05/03/2008	< 0,24	< 0,22	< 0,25
	08/015766	12/06/2008	< 0,23	< 0,19	< 0,29
	08/015767	12/06/2008	< 0,29	< 0,24	< 0,26
	08/027318	17/09/2008	< 0,22	< 0,23	< 0,31
	08/027319	17/09/2008	< 0,22	< 0,17	< 0,27
	08/034019	18/11/2008	< 0,08	< 0,09	< 0,13
	08/034021	18/11/2008	< 0,23	< 0,24	< 0,40
R non rilevanza			9,3	8,8	13

ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

Sedimenti fluviali

Nei sedimenti fluviali del fiume Po prelevati a monte (TF01) e a valle (TF02, TF03 e TF04) 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. Nei punti a valle è occasionalmente riscontrabile un incremento della concentrazione di Cs-137, unitamente a tracce di Co-60, in correlazione agli scarichi di effluenti radioattivi liquidi da parte dell'impianto; non si evidenziano comunque situazioni di accumulo.

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	08/012961	15/05/2008	< 1,87	< 0,17	< 0,19	8,55 ± 1,11	< 0,67
	08/029565	07/10/2008	< 1,31	< 0,17	< 0,27	9,87 ± 1,70	< 0,56
TF02	08/010777	23/04/2008	< 1,84	< 0,31	< 0,21	8,87 ± 1,30	< 0,73
	08/012975	15/05/2008	< 0,92	0,83 ± 0,25	< 0,20	11,1 ± 1,40	< 0,48
	08/029560	07/10/2008	< 1,53	< 0,28	< 0,31	10,2 ± 1,30	< 0,66
TF03	08/005701	06/03/2008	< 1,09	0,36 ± 0,17	< 0,18	9,42 ± 1,20	< 0,16
	08/032019	28/10/2008	< 2,21	< 0,34	< 0,31	3,05 ± 0,79	< 0,46
TF04	08/005704	06/03/2008	< 0,90	0,40 ± 0,14	< 0,15	9,08 ± 1,10	< 0,45
	08/032020	28/10/2008	< 2,48	< 0,22	< 0,11	3,03 ± 0,62	< 0,39
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.

Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate sono imputabili alla presenza di nuclidi di origine naturale a vita non breve. Non è mai stato riscontrato il superamento né dei valori di *screening* per l'attività beta totale

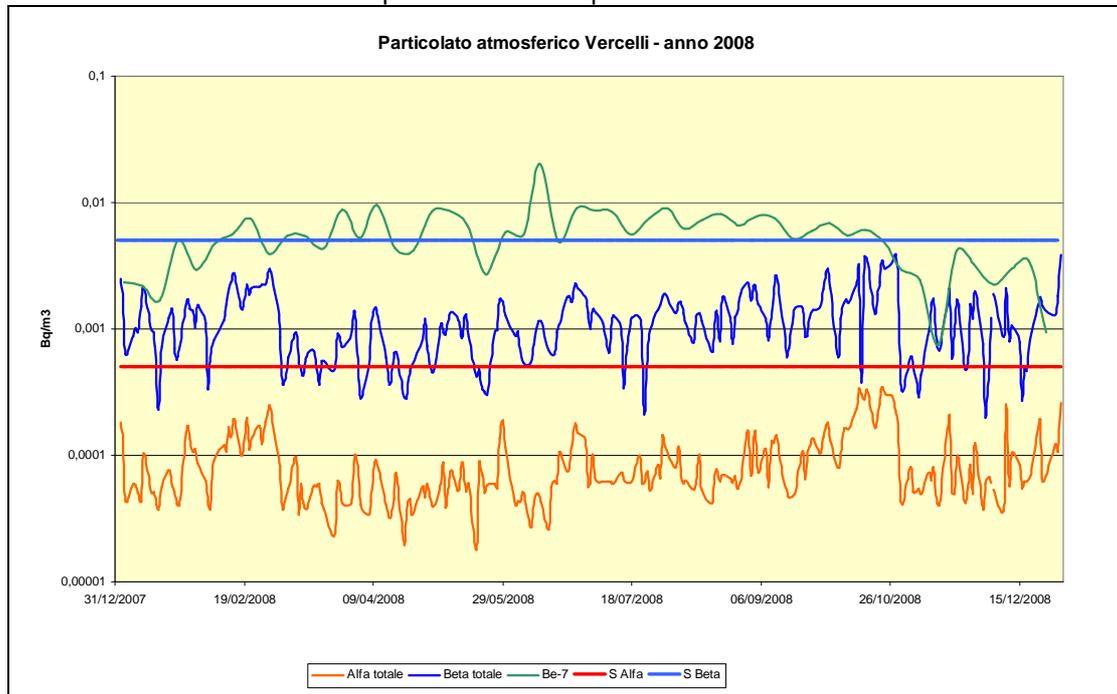
né dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* (non definibile per Be-7 essendo un radionuclide naturale).

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 e beta totale).

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	08/000047	31/12/2007	07/01/2008	< 0,000059	< 0,00032	0,00232 ± 0,00063
	08/000596	07/01/2008	14/01/2008	< 0,000066	< 0,000326	0,00222 ± 0,00069
	08/001197	14/01/2008	21/01/2008	< 0,000055	< 0,000462	0,00169 ± 0,00082
	08/001684	21/01/2008	28/01/2008	< 0,000074	< 0,000688	0,00504 ± 0,00097
	08/002365	28/01/2008	04/02/2008	< 0,000091	< 0,000639	0,00295 ± 0,00100
	08/003057	04/02/2008	11/02/2008	< 0,000059	< 0,000800	0,00469 ± 0,00087
	08/003698	11/02/2008	18/02/2008	< 0,000039	< 0,000216	0,00563 ± 0,00100
	08/004262	18/02/2008	25/02/2008	< 0,000069	< 0,001730	0,00753 ± 0,00127
	08/004873	25/02/2008	03/03/2008	< 0,000058	< 0,001240	0,00390 ± 0,00095
	08/005777	03/03/2008	10/03/2008	< 0,000068	< 0,001410	0,00551 ± 0,00110
	08/006460	10/03/2008	17/03/2008	< 0,000058	< 0,002560	0,00544 ± 0,00110
	08/007307	17/03/2008	25/03/2008	< 0,000029	< 0,003650	0,00440 ± 0,00110
	08/007832	25/03/2008	31/03/2008	< 0,000109	< 0,003250	0,00884 ± 0,00180
	08/008637	31/03/2008	07/04/2008	< 0,000079	< 0,001330	0,00530 ± 0,00120
	08/009541	07/04/2008	14/04/2008	< 0,000094	< 0,001550	0,00955 ± 0,00140
	08/010335	14/04/2008	21/04/2008	< 0,000067	< 0,000879	0,00440 ± 0,00090
	08/010870	21/04/2008	28/04/2008	< 0,000045	< 0,000753	0,00417 ± 0,00110
	08/011268	28/04/2008	05/05/2008	< 0,000096	< 0,000527	0,00848 ± 0,00140
	08/012186	05/05/2008	12/05/2008	< 0,000073	< 0,000343	0,00865 ± 0,00110
	08/013077	12/05/2008	19/05/2008	< 0,000052	< 0,000239	0,00665 ± 0,00130
	08/013766	19/05/2008	26/05/2008	< 0,000068	< 0,000026	0,00270 ± 0,00056
	08/014406	26/05/2008	03/06/2008	< 0,000058	< 0,000170	0,00585 ± 0,00110
	08/014922	03/06/2008	09/06/2008	< 0,000083	< 0,000980	0,00563 ± 0,00170
	08/015846	09/06/2008	16/06/2008	< 0,000199	< 0,000938	0,02030 ± 0,00360
	08/016532	16/06/2008	23/06/2008	< 0,000057	< 0,000503	0,00499 ± 0,00083
	08/017570	23/06/2008	30/06/2008	< 0,000085	< 0,000521	0,00896 ± 0,00164
	08/018716	30/06/2008	07/07/2008	< 0,000064	< 0,000213	0,00866 ± 0,00100
	08/019715	07/07/2008	14/07/2008	< 0,000088	< 0,000348	0,00848 ± 0,00140
	08/020608	14/07/2008	21/07/2008	< 0,000049	< 0,000333	0,00563 ± 0,00122
	08/021510	21/07/2008	28/07/2008	< 0,000060	< 0,000620	0,00743 ± 0,00145
	08/022252	28/07/2008	04/08/2008	< 0,000097	< 0,000573	0,00908 ± 0,00138
	08/023255	04/08/2008	11/08/2008	< 0,000072	< 0,000451	0,00624 ± 0,00100
	08/023753	11/08/2008	18/08/2008	< 0,000070	< 0,000438	0,00727 ± 0,00097
	08/024543	18/08/2008	25/08/2008	< 0,000081	< 0,000583	0,00818 ± 0,00130
	08/025206	25/08/2008	01/09/2008	< 0,000073	< 0,000477	0,00662 ± 0,00095
	08/025949	01/09/2008	08/09/2008	< 0,000037	< 0,001190	0,00775 ± 0,00150
	08/029170	08/09/2008	15/09/2008	< 0,000049	< 0,000798	0,00746 ± 0,00099
	08/027603	15/09/2008	22/09/2008	< 0,000048	< 0,000817	0,00513 ± 0,00110
	08/028404	22/09/2008	29/09/2008	< 0,000079	< 0,000566	0,00596 ± 0,00130
	08/029192	29/09/2008	06/10/2008	< 0,000070	< 0,000979	0,00690 ± 0,00100
08/029990	06/10/2008	13/10/2008	< 0,000080	< 0,000583	0,00548 ± 0,00120	
08/030805	13/10/2008	20/10/2008	< 0,000065	< 0,001420	0,00611 ± 0,00100	
08/031711	20/10/2008	27/10/2008	< 0,000074	< 0,001210	0,00486 ± 0,00120	
08/032343	27/10/2008	03/11/2008	< 0,000045	< 0,000784	0,00292 ± 0,00078	
08/032935	03/11/2008	10/11/2008	< 0,000064	< 0,000973	0,00245 ± 0,00078	
08/033605	10/11/2008	17/11/2008	< 0,000044	< 0,000929	< 0,00075	
08/034344	17/11/2008	24/11/2008	< 0,000059	< 0,000567	0,00417 ± 0,00072	
08/035103	24/11/2008	01/12/2008	< 0,000103	< 0,000464	0,00324 ± 0,00083	
08/035772	01/12/2008	09/12/2008	< 0,000076	< 0,000374	0,00226 ± 0,00078	
08/036649	09/12/2008	15/12/2008	< 0,000076	< 0,000737	0,00299 ± 0,00100	
08/037202	15/12/2008	22/12/2008	< 0,000086	< 0,000530	0,00349 ± 0,00087	
08/037358	22/12/2008	29/12/2008	< 0,000052	< 0,000602	< 0,00094	
R_{non} rilevanza				0,3	0,073	-

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



Fall out

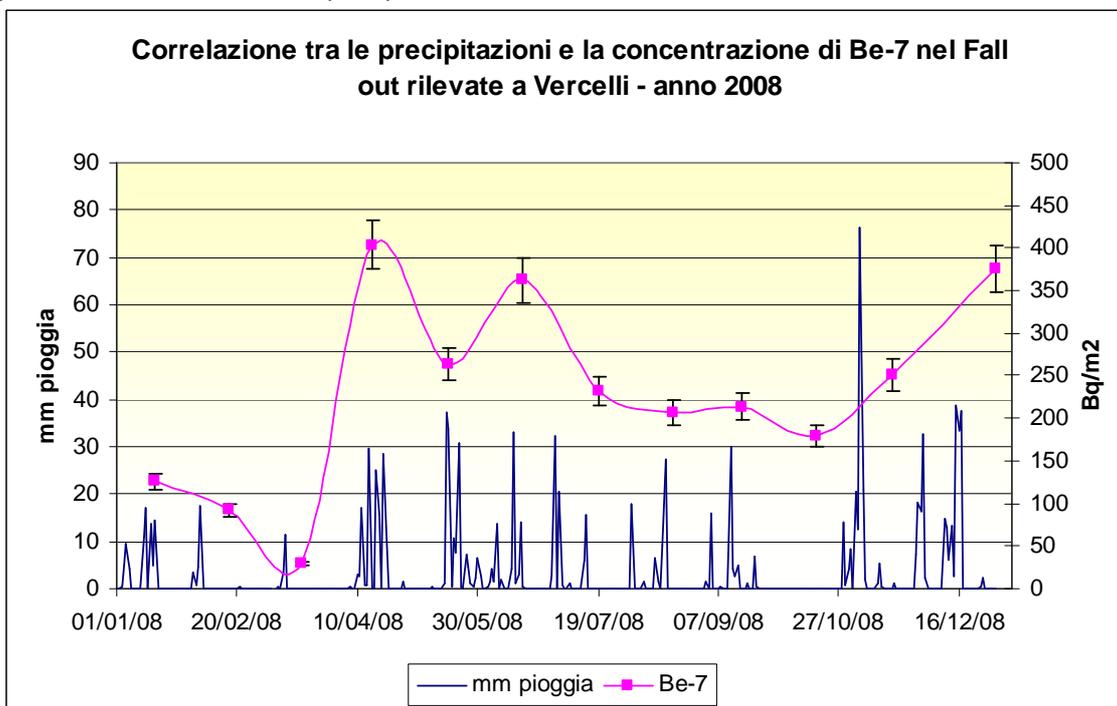
Nel *Fall out* (ricaduta al suolo) campionato in continuo presso la sede Arpa di Vercelli nel corso del 2008 non è stata rilevata contaminazione da radionuclidi artificiali (solo nel campione relativo al mese di marzo si sono riscontrate tracce di Cs-137). I valori sono riassunti in tabella 9.11 nella quale non sono riportati i valori soglia poiché non

definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo. 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 cosmogenica). Come si può facilmente osservare esiste una buona correlazione tra le due grandezze.

Tabella 9.11 Risultati delle misure sui campioni di *Fall out* 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	08/002340	02/01/08	01/02/08	< 0,36	< 17,5	126 ± 10
	08/005184	01/02/08	04/03/08	< 0,20	< 10,5	92,8 ± 7,4
	08/008186	04/03/08	01/04/08	0,21 ± 0,09	< 1,50	29,4 ± 2,7
	08/011257	01/04/08	02/05/08	< 0,22	< 37,6	404 ± 29
	08/014500	02/05/08	03/06/08	< 0,19	< 29,0	263 ± 19
	08/018248	03/06/08	02/07/08	< 0,22	< 19,1	362 ± 26
	08/022550	02/07/08	05/08/08	< 0,22	< 30,0	233 ± 16,9
	08/025730	05/08/08	03/09/08	< 0,20	< 2,50	207 ± 15
	08/028942	03/09/08	01/10/08	< 0,23	< 5,80	214 ± 16
	08/032369	01/10/08	03/11/08	< 0,11	< 2,50	179 ± 13
	08/035486	03/11/08	03/12/08	< 0,22	< 67,3	252 ± 19
	09/002156	03/12/08	29/01/09	< 0,25	< 54,5	376 ± 27

Figura 9.2 Correlazione tra le precipitazioni e la concentrazione di Be-7 nel *Fall out* 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 tramite postazioni 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 valutati sulla base dei dati forniti da SO.G.I.N., riportando il confronto con gli anni precedenti.

I controlli ambientali eseguiti hanno consentito di verificare la corretta diluizione degli scarichi nel fiume Po e non hanno evidenziato significativi fenomeni di accumulo.

Tabella 10.1 Impegno delle formule di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi (dati SO.G.I.N).

Impegno formula di scarico anno 2005	Impegno formula di scarico anno 2006	Impegno formula di scarico anno 2007	Impegno formula di scarico anno 2008
9,2%	3,4%	2,3%	0,6%

11. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sulla base dei dati riportati ai paragrafi 9 e 10 è possibile calcolare la *dose efficace* per il *gruppo critico* della popolazione. Pur

assumendo ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di 1 mSv/anno (pari a 1000 µSv/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 dell'*equivalente di dose efficace* per il *gruppo critico* della popolazione nell'anno 2008. Nel calcolo sono stati considerati i contributi dei radionuclidi di riferimento, anche se al di sotto dei limiti di rivelabilità (MAR). Per i radionuclidi il cui contributo agli scarichi è

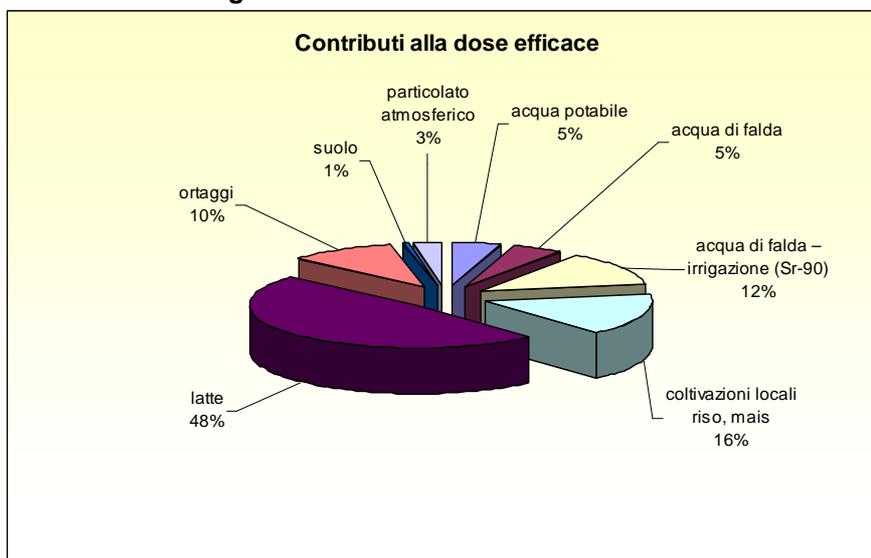
trascurabile è stato comunque considerato cautelativamente il contributo alla *dose efficace* con un fattore di peso pari a 0,1 (ad eccezione di Sr-90 per il quale il contributo è stato considerato integralmente, data l'elevata radiotossicità).

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

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

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno
Ingestione	acqua potabile	0,000206
	acqua di falda superficiale	0,000228
	acqua di falda superficiale – irrigazione (Sr-90)	0,000548
	coltivazioni locali riso, mais	0,000703
	latte	0,002122
	ortaggi	0,000450
Irraggiamento	suolo	0,000035
Inalazione	particolato atmosferico	0,000117
Totale		0,004409
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 l'acqua potabile, l'acqua di falda superficiale, il particolato atmosferico ed il suolo –

forniscono un contributo trascurabile alla *dose efficace*. Si evidenzia inoltre che il maggior contributo alla *dose* è fornito dal latte.

12. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi dei dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2008 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 critici* 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.

ALLEGATO 1 – Metodi

- 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 esterno non normalizzato;
- 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.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.T085: “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

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 (wT); 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 wT; 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.

Gray (Gy)	unità di misura della dose assorbita; 1 Gy = 1 J.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.
MAR (Minima Attività Rivelabile)	rappresenta il limite strumentale di rivelazione, cioè la minima quantità di radioattività che il sistema di misura è in grado di rivelare.
Notazione scientifica	1E+01 = 1x10 ⁺¹ =10; 1E+00 = 1x10 ⁰ = 1 1E-02 = 1x10 ⁻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 Sv = 1 J.kg ⁻¹ . Sono suoi sottomultipli il milliSievert – 1 mSv = 1E-03 Sv – e il microSievert – 1 µSv = 1E-06 Sv.
Via critica	via di esposizione relativa al gruppo di riferimento della popolazione.

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. Strenge - Pacific Northwest National Laboratory Richland, Washington 99352.
- UNSCEAR Report 2000 vol. I.
- World Health Organization, *Guidelines for Drinking-water Quality. Third Edition*, 2004.