

DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
Struttura Semplice Siti Nucleari

MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE
SITO NUCLEARE DI BOSCO MARENCO (AL)

Rapporto anno 2011

Relazione tecnica n. 16/SS21.02/2012

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



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	5
6. METODOLOGIA DI MISURA	6
7. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	7
8. LA RETE DI MONITORAGGIO	8
9. MONITORAGGIO AMBIENTALE – RISULTATI DELLE MISURE	10
Acqua potabile di rete	10
Acqua di falda superficiale	11
Suolo imperturbato – strato superficiale	14
Suoli coltivati e relative coltivazioni	15
Acqua superficiale	17
Sedimenti	17
Particolato atmosferico	18
10. ATTIVITÀ DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI	19
11. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	20
12. VALUTAZIONI CONCLUSIVE	21

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 Bosco Marengo (AL) 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. ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO

Impianto ex FN di Bosco Marengo (AL)	
Tipologia	Impianto di fabbricazione di combustibile nucleare.
Periodo di funzionamento	Dal 1972 al 1990.
Attività svolte	Sono state prodotte 524 t di combustibile per i reattori di Garigliano, Caorso, Montalto, Leibstadt (CH) e Creys-Malville (F).
Stato attuale dell'impianto	In disattivazione.
Decommissioning	In data 27 novembre 2008 il Ministero dello Sviluppo Economico, con proprio Decreto, ha rilasciato l'autorizzazione alla disattivazione. Nel periodo 2009-2011 attività di smantellamento del ciclo produttivo (I fase disattivazione).
Prospettive	Avvio smantellamento sistemi ausiliari.



Nel corso del 2011, in attesa di procedere allo smantellamento dei sistemi ausiliari – piano approvato dall'ISPRA in data 11 marzo 2011 – presso l'impianto sono state effettuate le seguenti attività:

- sono state portate a termine le attività di smantellamento del ciclo produttivo ed è stato completato a circa il 50% lo smantellamento dei sistemi ausiliari;
- sono state portate a termine le attività di adeguamento dell'Edificio BLD11 a Stazione di Buffer provvisorio;
- tutti i materiali classificati come rifiuti radioattivi sono stati inseriti in fusti da 220 litri.

In tabella 3.1 sono riassunti i quantitativi aggiornati al 31 dicembre 2011 (fonte SO.G.I.N.) di rifiuti radioattivi e di materiali da rilasciare prodotti. Tutti i rifiuti prodotti, dopo idoneo trattamento e condizionamento, saranno stoccati in un deposito temporaneo predisposto *ad hoc* sul sito.

Non sono stati effettuati rilasci di materiale senza vincoli radiologici.

Sono stati effettuati n. 11 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel Rio Lovassina (si veda il punto 10 della presente relazione).

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 3.1 Materiali prodotti presso il sito nucleare di Bosco Marengo durante le operazioni di smantellamento (fonte SO.G.I.N.).

Materiale decontaminato da avviare al rilascio	240 tonnellate
Rifiuti radioattivi prodotti	22,7 tonnellate
Numero di fusti da 220 litri prodotti	179

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 Bosco Marengo (AL) ed effettua con continuità i controlli.

In relazione all'avvio delle operazioni di decommissioning alla fine dell'anno 2008 è stata rivalutata la adeguatezza della rete di monitoraggio in essere. Dall'analisi era emersa la sola necessità di integrare la rete con una postazione per il campionamento in continuo del particolato atmosferico. Il campionatore è entrato in funzione a settembre 2010.

➤ **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 Bosco Marengo (AL) nel corso del 2011 non sono state eseguite campagne di monitoraggio straordinario.

In data 22/12/2011 alle ore 09,30 circa presso l'impianto si è verificato un evento anomalo dovuto al surriscaldamento della macchina di decontaminazione per pallinatura che ha provocato un inizio di incendio all'annesso sistema filtrante. Il personale dell'impianto, attivando le previste procedure di emergenza, ha prontamente spento il principio di combustione. Tale evento non ha prodotto alcun impatto radiologico sull'ambiente e sulla 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

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 μ Sv 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 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.

Per quanto riguarda l'Uranio si è tenuto conto dei *valori guida* fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità in relazione alla sua tossicità chimica.

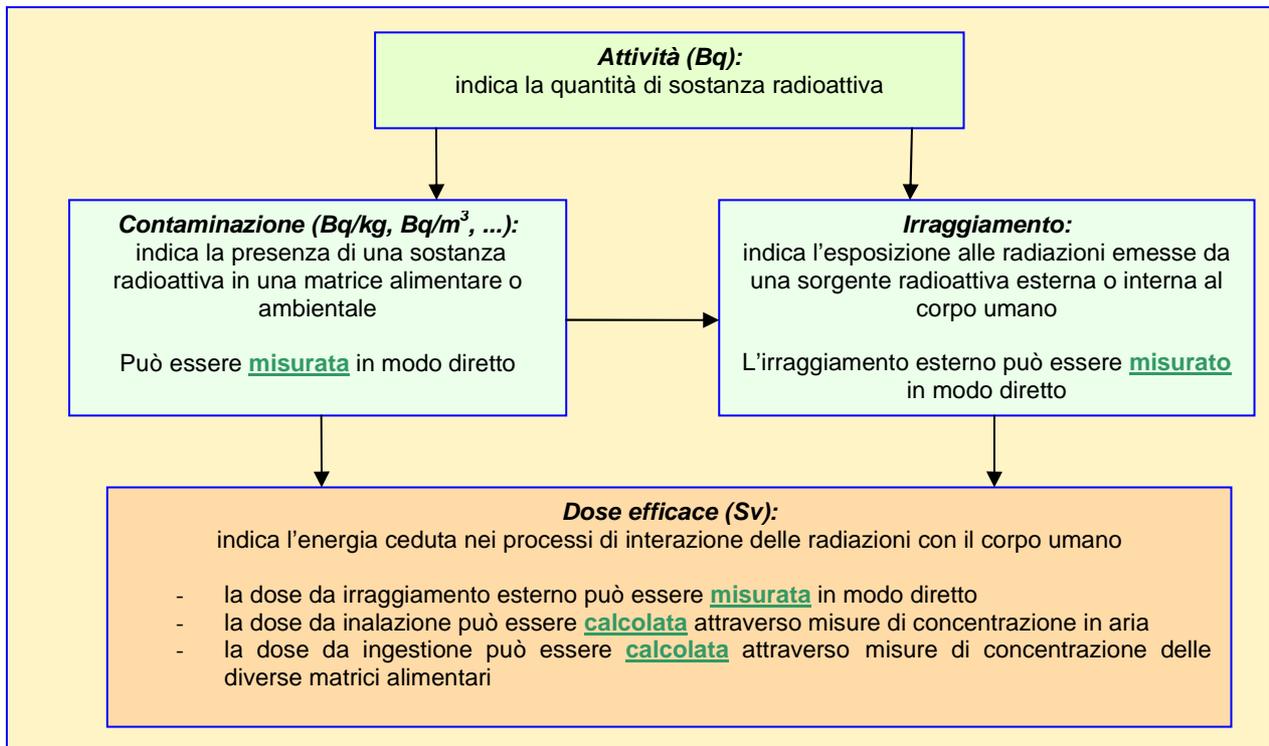
ARPA Piemonte

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



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 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 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 (isotopi dell'Uranio) o di gruppi omogenei di radionuclidi (Attinidi) e la loro successiva determinazione quantitativa. Si tratta di analisi estremamente laboriose ma assolutamente necessarie, essendo l'Uranio l'unico contaminante presente nell'impianto.

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

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 6.1 Campioni analizzati nell'anno 2011.

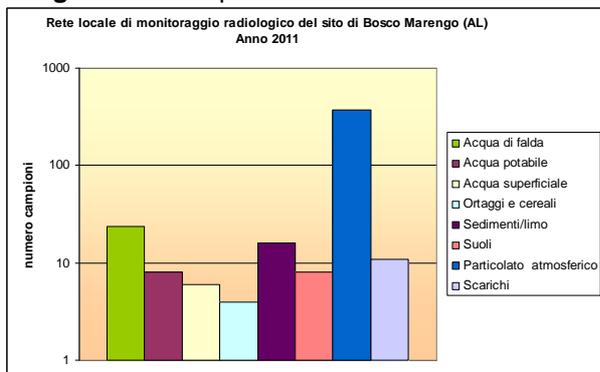
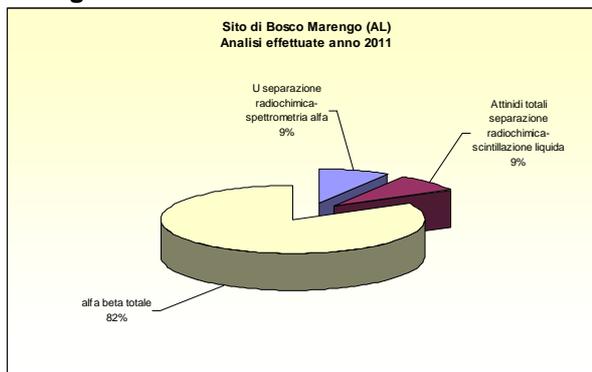


Figura 6.2 Analisi effettuate nell'anno 2011.



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*: tale grandezza rappresenta la minima quantità di radioattività che la metodica analitica è in grado di rivelare. Nel caso in cui non si riveli contaminazione da parte di un certo

radionuclide verrà comunque considerato il *Limite di Rivelabilità* come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <). La sensibilità delle misure deve essere tale da garantire dei *Limiti di Rivelabilità* sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica e ai *valori di screening*. 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	U-234 acqua Bq/l	U-235 acqua Bq/l	U-238 acqua Bq/l	α-tot acqua Bq/l	β-tot acqua Bq/l
Limite di Rivelabilità	0,0005	0,0005	0,0005	0,1	0,2

7. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

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

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



Catena spettrometrica alfa con rivelatori al Silicio

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

8. LA RETE DI MONITORAGGIO

Prima dell'avvio delle operazioni di decommissioning si era provveduto ad una revisione della rete di monitoraggio del sito al fine di valutarne l'adeguatezza rispetto ai nuovi scenari che si prospettavano. In quell'occasione era emersa la necessità di introdurre una postazione di campionamento del particolato atmosferico che è operativa a partire dal mese di settembre 2010.

Per tutto il resto la rete di monitoraggio del sito di Bosco Marengo è rimasta invariata poiché ritenuta adeguata.

Il piano di monitoraggio con l'indicazione delle 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) è riportato in tabella 8.1.

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 è riportata anche la cartina (figura 8.1) con la dislocazione dei punti di prelievo dei campioni della rete di monitoraggio.

Tabella 8.1 Piano di monitoraggio per il sito nucleare di Bosco Marengo.

Matrice	Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Parametro	S Bq/kg	G Bq/kg	$R_{non\ rilevanza\ j}$ Bq/kg	R_j Bq/kg
Acqua di falda superficiale	BP01, BP02, BP03, BP04, BP05, BP06	trimestrale	α totale	0,5			
			β totale	1			
			U totale		0,37		
		annuale	U-234			0,18	18
			U-235			0,19	19
			U-238			0,20	20
Acqua potabile	BQ01, BQ02, BQ03, BQ04	semestrale	α totale	0,5			
			β totale	1			
			U totale		0,37		
		annuale	U-234			0,18	18
			U-235			0,19	19
			U-238			0,20	20
Acqua superficiale	BF01, BF02, BF03	semestrale	α totale	0,5			
			β totale	1			
			U totale		0,11		
Sedimenti fluviali	BF01, BF02, BF03	semestrale	U-234		390	240	24000
			U-235			250	25000
			U-238			260	26000
Suolo imperturbato	BS01, BS02, BS03, BS04	annuale	U-234		390	240	24000
			U-235			250	25000
			U-238			260	26000
Suolo coltivato	BC01, BC02, BC03, BC04	annuale	U-234		390	240	24000
			U-235			250	25000
			U-238			260	26000
Cereali di coltivazione locale	BC01, BC02, BC03, BC04	annuale	U-234		0,97	0,60	60
			U-235			0,63	63
			U-238			0,65	65
Particolato atmosferico	BA01	continuo	α totale ritardata	0,0005			
			β totale ritardata	0,005			

ARPA Piemonte

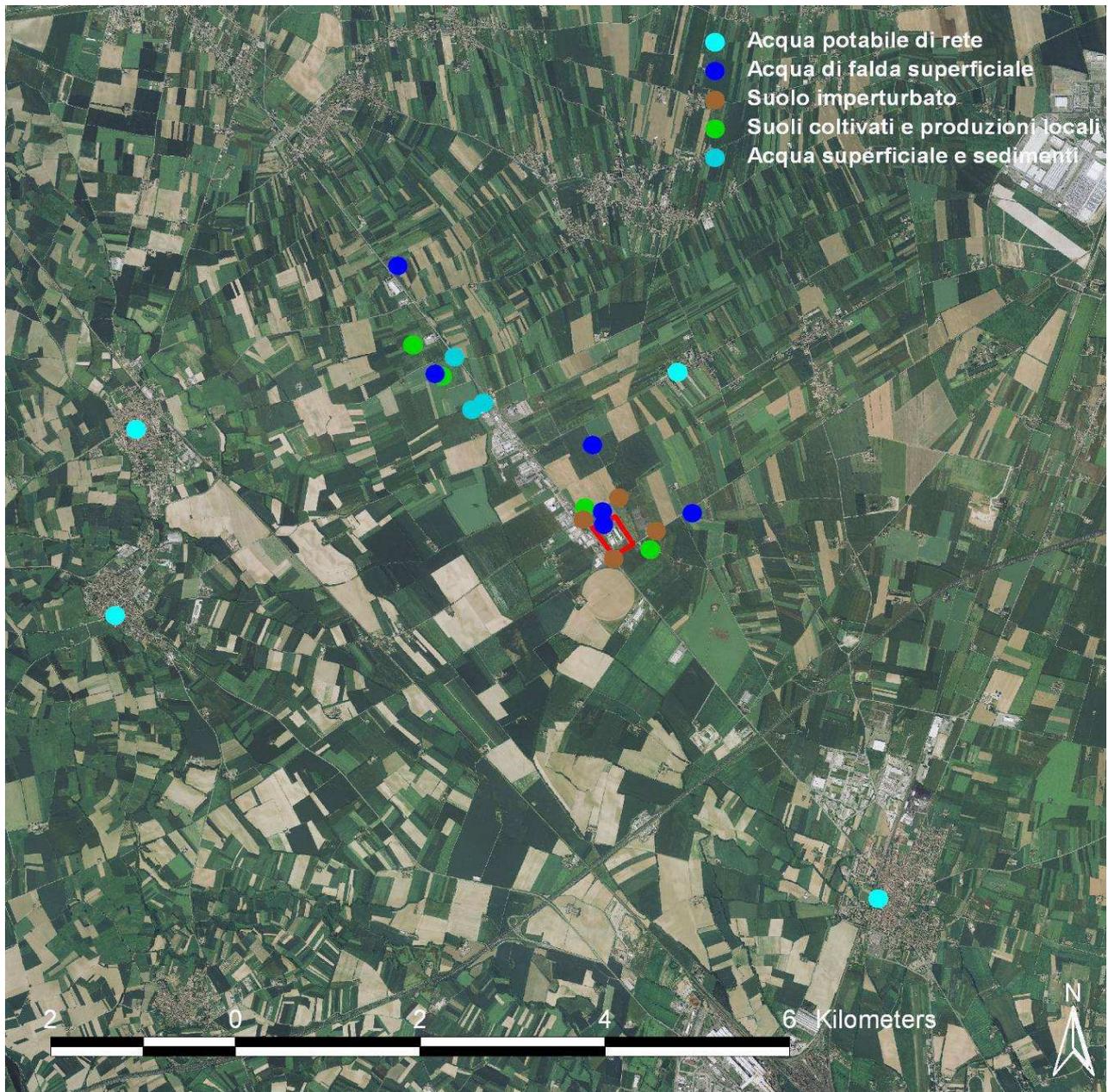
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

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



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

9. MONITORAGGIO AMBIENTALE – RISULTATI DELLE MISURE

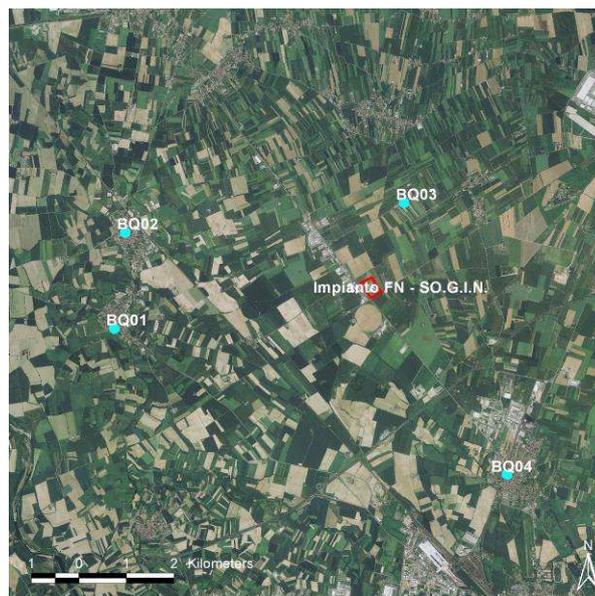
In questa sezione si riportano i risultati del monitoraggio ordinario dell'anno 2011. Si segnala che tutti i risultati delle misure, dal

2006 al 2011, sono liberamente consultabili, in modo interattivo, nella Sezione [Radiazioni](#) del Geoportale di Arpa Piemonte.

Acqua potabile di rete

Nei campioni di acqua potabile distribuita dagli acquedotti di Bosco Marengo (BQ01), Frugarolo (BQ02), Quattro Cascine (BQ03) e Pozzolo Formigaro (BQ04), tutti i valori di concentrazione dell'attività degli Attinidi totali, dell'attività alfa totale e dell'attività beta totale – riportati in tabella 9.1 – si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori guida* e dei *valori di screening*, consentendo di escludere la presenza di Uranio in quantità anomale. Le analisi di Attinidi (rappresentative dell'Uranio totale) eseguite nel corso dell'anno hanno evidenziato un andamento costante, circostanza che rende la caratterizzazione eseguita sui singoli campioni – tabella 9.2 – rappresentativa per tutto l'anno 2011.

Come si osserva dai grafici di figura 9.1 i valori delle concentrazioni di Uranio sono soggetti a notevoli fluttuazioni. Tuttavia i risultati delle misure di spettrometria alfa sono confrontabili con le serie storiche degli anni precedenti e tutti i valori di Uranio si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



Non sono inoltre state evidenziate alterazioni nei rapporti isotopici rispetto all'Uranio naturale: pertanto la contaminazione è attribuibile alla radioattività naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell'impianto.

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

Punto	Numero campione	Data prelievo	Attinidi Bq/l	α totale Bq/l	β totale Bq/l
BQ01	11/020643	03/05/2011	0,0187 ± 0,0076	0,0814 ± 0,0533	0,126 ± 0,093
	11/055979	27/10/2011	< 0,0151	0,111 ± 0,076	0,0923 ± 0,0863
BQ02	11/020644	03/05/2011	0,0133 ± 0,0073	0,0729 ± 0,0573	0,100 ± 0,096
	11/052083	06/10/2011	0,0208 ± 0,0086	< 0,112	< 0,153
BQ03	11/020641	03/05/2011	0,0107 ± 0,0072	0,0955 ± 0,0658	0,221 ± 0,111
	11/052082	06/10/2011	< 0,0135	< 0,116	< 0,151
BQ04	11/020642	03/05/2011	0,0127 ± 0,0073	0,132 ± 0,070	0,313 ± 0,128
	11/052081	06/10/2011	0,0333 ± 0,0090	< 0,153	0,142 ± 0,096
G, S			0,37	0,5	1

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

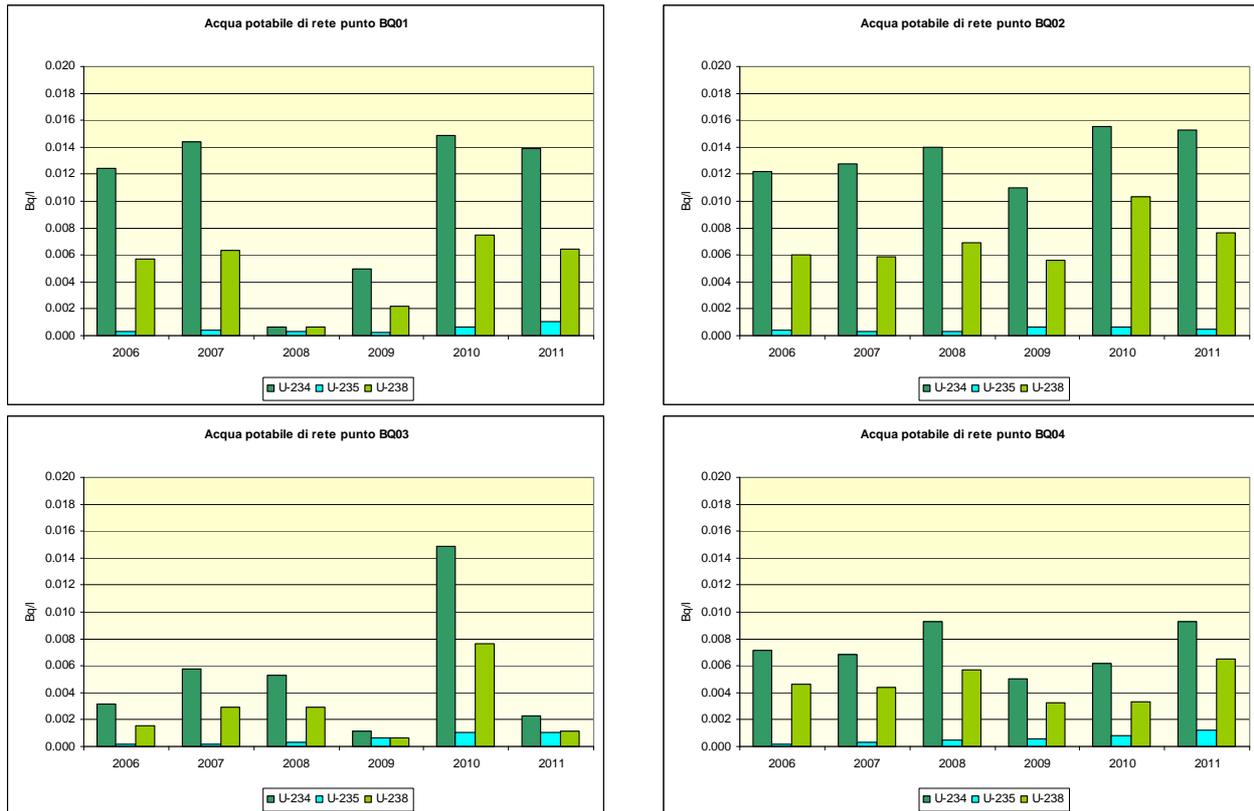
Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Tabella 9.2 Risultati delle misure di spettrometria alfa sui campioni di acqua potabile di rete.

Punto	Numero campione	Data prelievo	U-234 Bq/l	U-235 Bq/l	U-238 Bq/l
BQ01	11/055979	27/10/2011	0,0139 ± 0,0028	< 0,00108	0,00646 ± 0,00174
BQ02	11/052083	06/10/2011	0,0153 ± 0,0022	0,000491 ± 0,000352	0,00764 ± 0,00131
BQ03	11/052082	06/10/2011	0,00224 ± 0,00099	< 0,00107	0,00117 ± 0,00080
BQ04	11/052081	06/10/2011	0,00924 ± 0,00202	< 0,00125	0,00653 ± 0,00162
R_{non rilevanza}			0,18	0,19	0,20

Figura 9.1 Misure di spettrometria alfa sui campioni di acqua potabile di rete (tabella 9.2)



Acqua di falda superficiale

Nell'acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi BP01, BP02, BP03, BP04, BP05 e BP06 tutti i valori di concentrazione dell'attività degli Attinidi, dell'attività alfa totale e dell'attività beta totale – riportati in tabella 9.3 – si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori guida* e dei *valori di screening*, consentendo di escludere la presenza di Uranio in quantità anomale. Anche in questo caso le analisi di Attinidi (rappresentative dell'Uranio totale) eseguite nel corso dell'anno hanno evidenziato un andamento costante, circostanza che rende

la caratterizzazione eseguita sui singoli campioni – tabella 9.4 – rappresentativa per tutto l'anno 2011.

Come evidenziato dai grafici di figura 9.2, i risultati delle misure di spettrometria alfa eseguite nell'anno 2011 sono sovrapponibili a quelli delle misure eseguite negli anni precedenti.

Tutti i valori di Uranio si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Non sono state evidenziate alterazioni nei rapporti isotopici rispetto all'Uranio naturale:

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

pertanto tale contaminazione è attribuibile alla radioattività naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell'impianto.

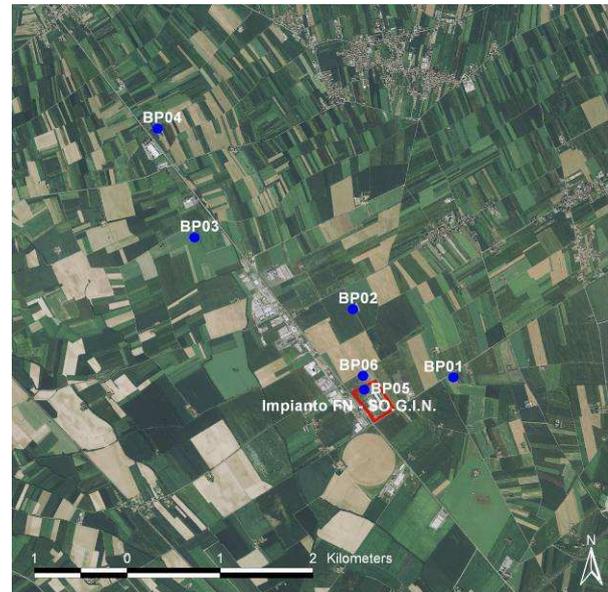


Tabella 9.3 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Attinidi Bq/l	α totale Bq/l	β totale Bq/l
BP01	11/007627	23/02/2011	< 0,0138	< 0,178	< 0,163
	11/024151	24/05/2011	0,0231 \pm 0,0077	< 0,0998	< 0,183
	11/040343	23/08/2011	0,0346 \pm 0,0090	< 0,140	< 0,259
	11/059703	16/11/2011	0,0229 \pm 0,0086	< 0,146	< 0,231
BP02	11/007628	23/02/2011	0,0123 \pm 0,0083	< 0,122	< 0,274
	11/024153	24/05/2011	< 0,0159	< 0,0939	< 0,185
	11/040346	23/08/2011	0,0177 \pm 0,0084	< 0,145	< 0,230
	11/059705	16/11/2011	0,0233 \pm 0,0086	< 0,169	< 0,215
BP03	11/020638	03/05/2011	< 0,0118	0,123 \pm 0,071	0,214 \pm 0,121
	11/028656	16/06/2011	0,0257 \pm 0,0082	< 0,0934	< 0,175
	11/040348	23/08/2011	0,0384 \pm 0,0091	< 0,196	< 0,234
	11/059706	16/11/2011	0,0219 \pm 0,0086	0,110 \pm 0,089	0,163 \pm 0,115
BP04	11/007629	23/02/2011	< 0,0138	0,102 \pm 0,066	< 0,185
	11/024154	24/05/2011	0,0166 \pm 0,0075	< 0,105	< 0,157
	11/040349	23/08/2011	0,0394 \pm 0,0091	< 0,152	< 0,196
	11/059707	16/11/2011	0,0453 \pm 0,0094	0,0886 \pm 0,0744	< 0,189
BP05	11/007626	23/02/2011	0,0136 \pm 0,0084	< 0,143	< 0,204
	11/024148	24/05/2011	0,0111 \pm 0,0072	< 0,133	< 0,195
	11/040342	23/08/2011	0,0212 \pm 0,0085	< 0,146	< 0,172
	11/059702	16/11/2011	0,0365 \pm 0,0091	< 0,129	< 0,207
BP06	11/007622	23/02/2011	0,0166 \pm 0,0085	0,087 \pm 0,0599	0,125 \pm 0,091
	11/024150	24/05/2011	0,0205 \pm 0,0076	< 0,140	< 0,227
	11/040341	23/08/2011	0,0260 \pm 0,0087	< 0,178	< 0,168
	11/059699	16/11/2011	0,0186 \pm 0,0085	< 0,156	< 0,176
G, S			0,37	0,5	1

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 9.4 Risultati delle misure di spettrometria alfa sui campioni di acqua di falda superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	U-234 Bq/l	U-235 Bq/l	U-238 Bq/l
BP01	11/059703	16/11/2011	0,0119 ± 0,0020	< 0,000599	0,00806 ± 0,00151
BP02	11/059705	16/11/2011	0,0123 ± 0,0027	< 0,00112	0,00820 ± 0,00194
BP03	11/059706	16/11/2011	0,0146 ± 0,0027	< 0,00124	0,00863 ± 0,00187
BP04	11/059707	16/11/2011	0,0256 ± 0,0039	0,000840 ± 0,000604	0,0132 ± 0,0023
BP05	11/059702	16/11/2011	0,0103 ± 0,0024	< 0,00144	0,00827 ± 0,00206
BP06	11/059699	16/11/2011	0,0145 ± 0,0028	< 0,00116	0,00766 ± 0,00185
R_{non rilevanza}			0,18	0,19	0,20

Figura 9.2 Misure di spettrometria alfa sui campioni di acqua di falda superficiale (tabella 9.4)



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

Suolo imperturbato – strato superficiale

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli prelevati all'esterno dell'impianto è presente contaminazione da Uranio del tutto confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione e non sono state evidenziate alterazioni nei rapporti isotopici: pertanto tale contaminazione è attribuibile all'Uranio naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell'impianto. In tabella 9.5 sono riportati i risultati delle misure di spettrometria alfa eseguite nell'anno 2011, mentre nel grafico di figura 9.3 è riportato l'andamento delle concentrazioni di Uranio.

Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la*

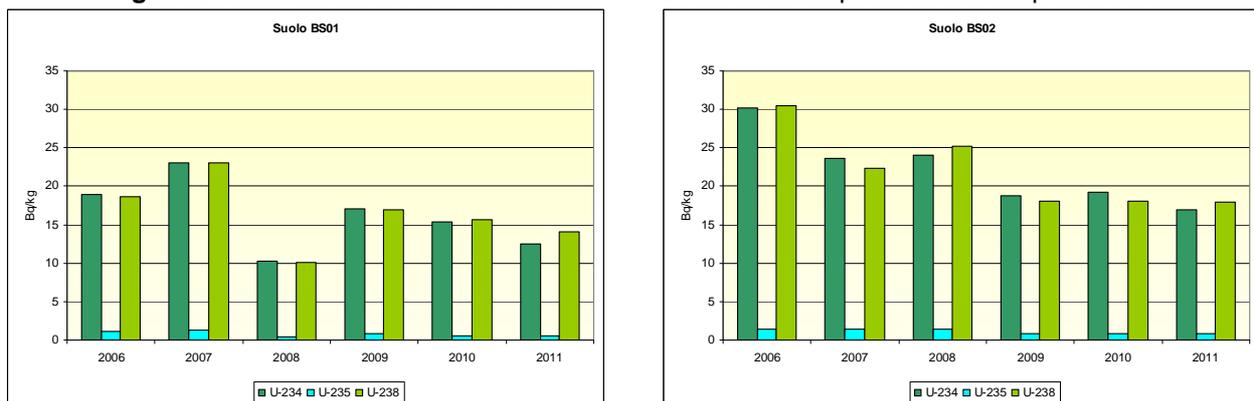
non rilevanza radiologica e dei valori guida – per quanto riguarda l'Uranio totale.



Tabella 9.5 Risultati delle misure sui campioni di suolo imperturbato – strato superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	U-234 Bq/kg	U-235 Bq/kg	U-238 Bq/kg	Arricchimento
BS01	11/018311	19/04/2011	12,5 ± 1,6	0,633 ± 0,230	14,1 ± 1,8	0,69%± 0,27%
BS02	11/018312	19/04/2011	17 ± 2	0,896 ± 0,216	17,9 ± 2,2	0,77%± 0,21%
BS03	11/018308	19/04/2011	15,6 ± 1,9	0,727 ± 0,184	15,7 ± 1,9	0,71%± 0,20%
BS04	11/018310	19/04/2011	8,15 ± 0,99	0,382 ± 0,104	8,04 ± 0,98	0,73%± 0,22%
R_{non rilevanza}, U naturale			240	250	260	0,71%

Figura 9.3 Andamento delle concentrazioni di Uranio nei campioni di suolo imperturbato.



ARPA Piemonte

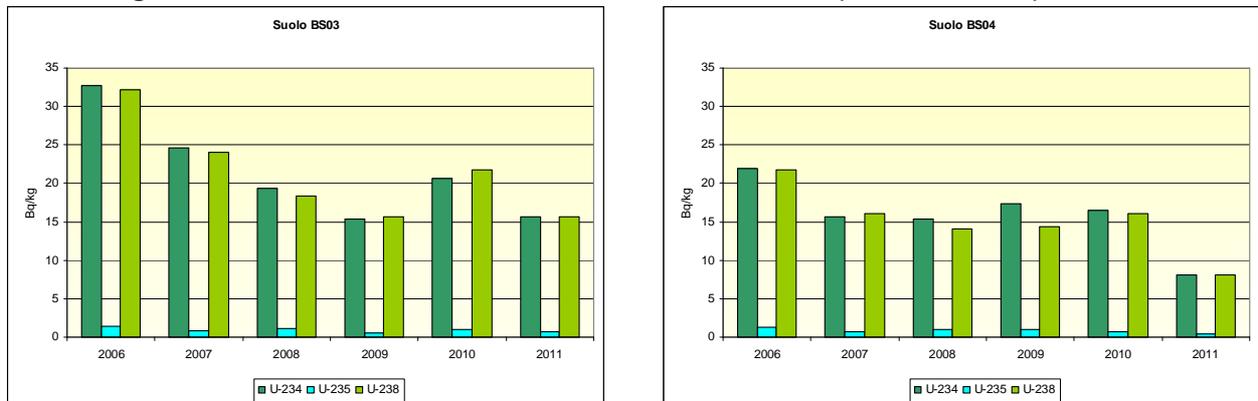
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 9.3 Andamento delle concentrazioni di Uranio nei campioni di suolo imperturbato.



Suoli coltivati e relative coltivazioni

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli coltivati è presente contaminazione da Uranio del tutto confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione e non sono state evidenziate alterazioni nei rapporti isotopici: pertanto tale contaminazione è attribuibile all'Uranio naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell'impianto. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* e dei *valori guida* – per quanto riguarda l'Uranio totale.



Tabella 9.6 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato.

Punto	Numero campione	Data prelievo	U-234 Bq/kg	U-235 Bq/kg	U-238 Bq/kg	Arricchimento
BC01	11/028661	16/06/2011	19,4 ± 2,4	0,818 ± 0,258	20,3 ± 2,5	0,62% ± 0,21%
BC02	11/046627	09/09/2011	18,8 ± 2,3	0,879 ± 0,231	18,1 ± 2,2	0,75% ± 0,22%
BC03	11/028658	16/06/2011	19,8 ± 2,4	1,03 ± 0,28	20,2 ± 2,5	0,79% ± 0,23%
BC04	11/046635	09/09/2011	20,5 ± 2,5	1,05 ± 0,30	20,0 ± 2,5	0,81% ± 0,25%
R_{non rilevanza}	U naturale		240	250	260	0,71%

ARPA Piemonte

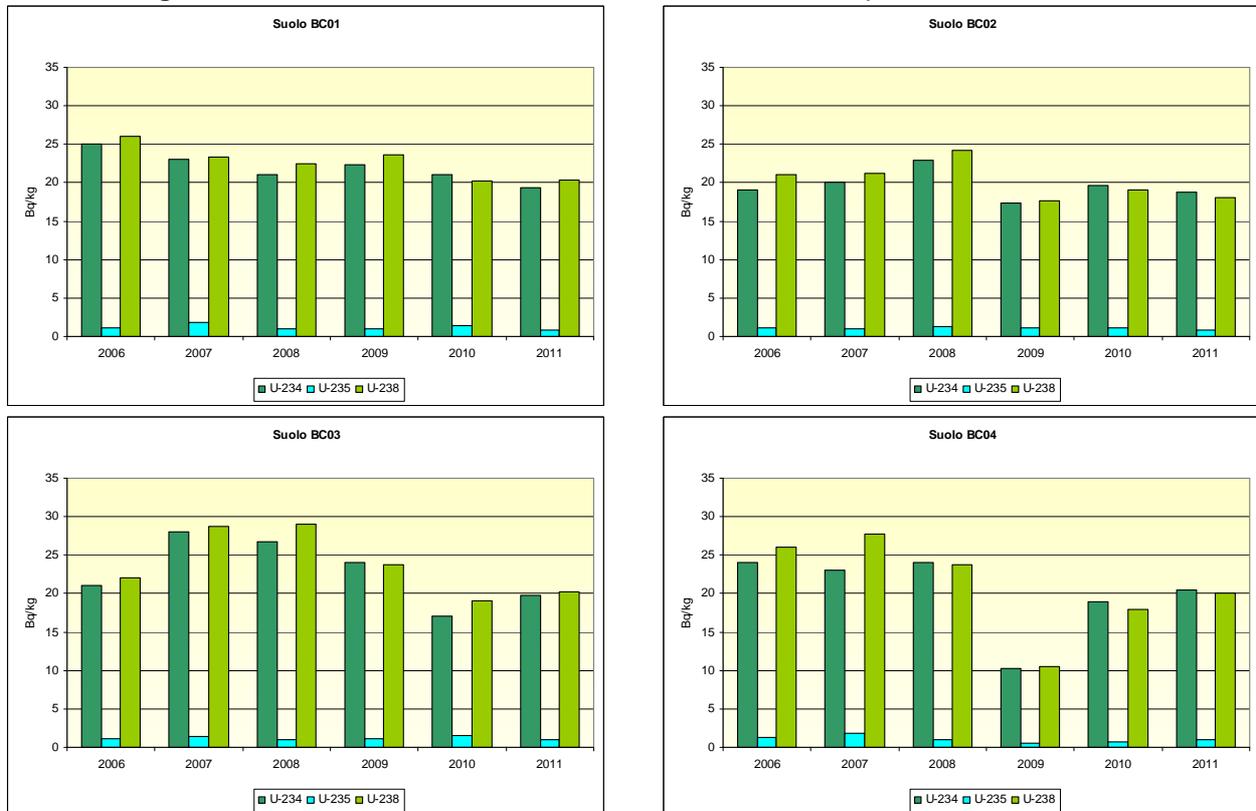
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 9.4 Andamento delle concentrazioni di Uranio nei campioni di suolo coltivato.



Anche per quanto riguarda i prodotti coltivati nei terreni sopra riportati i dati sono sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica ed ai valori guida – per quanto riguarda l’Uranio totale.

E’ altresì utile sottolineare che l’arricchimento nei cereali è compatibile con quello dell’Uranio naturale: pertanto tale contaminazione è attribuibile alla radioattività naturale e non direttamente riconducibile alle attività dell’impianto.

Tabella 9.7 Risultati delle misure sui campioni di mais e grano coltivati nei suoli di cui alla tabella 9.6.

Punto	Numero campione	Data prelievo	U-234 Bq/kg	U-235 Bq/kg	U-238 Bq/kg
BC01	11/028660	16/06/2011	0,0283 ± 0,0054	< 0,00237	0,0278 ± 0,0053
BC02	11/046626	09/09/2011	0,00232 ± 0,00138	< 0,00122	0,00185 ± 0,00118
BC03	11/028657	16/06/2011	0,00747 ± 0,00443	< 0,00351	0,00606 ± 0,00351
BC04	11/046631	09/09/2011	0,00533 ± 0,00202	< 0,00263	0,00401 ± 0,00177
R_{non rilevanza}			0,60	0,63	0,65

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 superficiale

Nell'acqua superficiale del Rio Lovassina prelevata a monte della condotta di scarico degli effluenti radioattivi liquidi (BF01), in corrispondenza della condotta (BF02) ed a valle della stessa (BF03), tutti i valori di concentrazione dell'attività degli Attinidi totali, dell'attività alfa totale e dell'attività beta totale si sono sempre mantenuti al di sotto dei *valori guida* e dei *valori di screening*. Questo consente di escludere la presenza di Uranio in quantità anomale.



Tabella 9.8 Risultati delle misure sui campioni di acqua superficiale del Rio Lovassina.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Attinidi Bq/l	α totale Bq/l	β totale Bq/l
BF01	11/020639	03/05/2011	< 0,0118	< 0,121	0,688 ± 0,239
	11/053297	13/10/2011	< 0,0135	< 0,160	0,443 ± 0,184
BF02	11/020634	03/05/2011	< 0,0146	0,124 ± 0,073	0,655 ± 0,221
	11/055963	27/10/2011	< 0,0135	< 0,109	0,599 ± 0,214
BF03	11/020637	03/05/2011	< 0,0118	< 0,129	0,634 ± 0,217
	11/053300	13/10/2011	< 0,0135	< 0,167	0,486 ± 0,194
G, S			0,11	0,5	1

Sedimenti

Nei sedimenti del Rio Lovassina prelevati a monte della condotta di scarico degli effluenti radioattivi liquidi (BF01) ed a valle della stessa (BF03) è presente contaminazione da Uranio del tutto confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione e non sono state evidenziate alterazioni nei rapporti isotopici: pertanto tale contaminazione è attribuibile all'Uranio naturale e non direttamente riconducibile alle

attività dell'impianto. Nel punto di immissione degli scarichi di effluenti radioattivi liquidi (BF02) i valori di concentrazione di Uranio sono confrontabili con i punti a monte (BF01) e a valle (BF03) e non si evidenziano fenomeni di accumulo (vedi Figura 10.1). Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* e dei *valori guida* – per quanto riguarda l'Uranio totale.

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 9.9 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti del Rio Lovassina.

Punto	Numero campione	Data prelievo	U-234 Bq/kg	U-235 Bq/kg	U-238 Bq/kg	Arricchimento
BF01	11/020640	03/05/2011	16,2 ± 2,1	0,853 ± 0,298	14,4 ± 1,9	0,91%±0,34%
	11/053298	13/10/2011	20,3 ± 2,5	1,29 ± 0,32	19,4 ± 2,4	1,02%±0,28%
BF02	11/020635	03/05/2011	9,06 ± 1,34	0,453 ± 0,263	10,1 ± 1,5	0,69%±0,41%
	11/053299	13/10/2011	9,34 ± 1,53	0,619 ± 0,317	7,91 ± 1,34	1,20%±0,65%
BF03	11/020636	03/05/2011	15,8 ± 1,9	0,774 ± 0,209	16,0 ± 1,9	0,75%±0,22%
	11/053301	13/10/2011	14,5 ± 2,1	0,644 ± 0,298	12,6 ± 1,8	0,79%±0,38%
R_{non rilevanza} U naturale			240	250	260	0,71%

Particolato atmosferico

A partire da settembre 2010 è stato prelevato in continuo il particolato atmosferico nel punto BA01 presso l'impianto FN-SO.G.I.N., all'interno del perimetro dell'impianto stesso in prossimità del punto di immissione in ambiente degli effluenti radioattivi aeriformi. Il punto di campionamento è stato individuato come punto di controllo degli effluenti radioattivi aeriformi e non può considerarsi significativo per valutare l'esposizione della popolazione.

E' stato occasionalmente riscontrato il superamento del valore di *screening* per l'attività beta totale mentre si sono osservati ripetuti superamenti del valore di *screening* per l'attività alfa totale; si sottolinea tuttavia che tali valori di screening non sarebbero utilizzabili in questo contesto.

Secondo il documento SO.G.I.N. "Rapporto di avanzamento delle attività di smantellamento dell'Impianto di Bosco Marengo (III quadrimestre 2011)" l'impianto ha immesso in ambiente 1,066E+09 m³ di effluenti radioattivi

aeriformi con un contenuto di Uranio di 0,8955 g, pari ad una concentrazione media di 8,4E-10 g/m³.

Assumendo un arricchimento medio del 2% (sulla base della media degli arricchimenti dei campioni di effluenti radioattivi liquidi di cui al paragrafo 10) la concentrazione media di Uranio al punto di immissione corrisponde a 3,6E-05 Bq/m³.

I valori osservati per l'attività alfa totale nel particolato atmosferico tengono conto anche dei radionuclidi naturali normalmente presenti in questa matrice, per cui il valor medio sull'intero periodo – pari a 4,0E-04 Bq/m³ – è compatibile con i dati forniti da SO.G.I.N. sull'immissione in ambiente di effluenti radioattivi aeriformi.

Nel grafico di figura 9.4 è riportato l'andamento delle misure di *screening* di attività alfa totale e beta totale sui filtri giornalieri e di Be-7 (radionuclide naturale) sui campioni compositi settimanali.

ARPA Piemonte

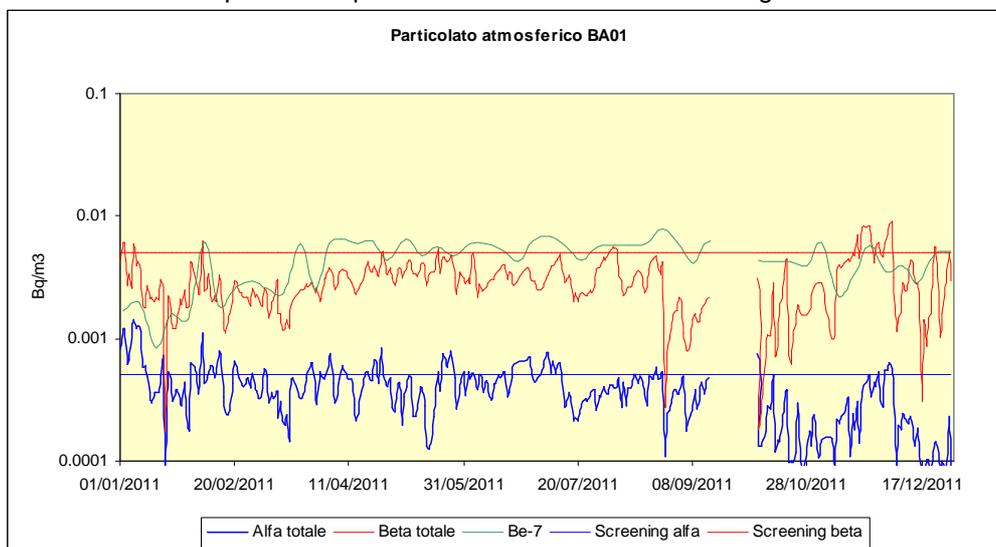
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 9.5 Andamento delle misure di screening e di Be-7 sui campioni di particolato atmosferico prelevati presso l'impianto FN-SOGIN di Bosco Marengo.



10. ATTIVITÀ DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI

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

Arpa Piemonte, in accordo con ISPRA (già Apat) e con l'Esercente, effettua controlli sistematici sui campioni di effluenti liquidi – al fine di verificare il rispetto della formula di scarico – e indagini ambientali specifiche in occasione di ogni scarico.

In tabella 10.1 è riassunto l'impegno della formula di scarico per gli effluenti radioattivi liquidi valutato in funzione delle analisi

eseguite sui campioni prelevati prima di ogni scarico, riportando il confronto con gli anni precedenti. L'arricchimento medio degli scarichi è pari a circa il 2%.

E' opportuno ricordare che il decreto di autorizzazione alla disattivazione ha assegnato all'impianto una nuova formula di scarico, fortemente riduttiva rispetto a quella precedentemente in vigore. Pertanto l'impegno della formula di scarico nel periodo 2009÷2011 non può essere direttamente confrontato con quello degli anni precedenti.

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	1,1% *	1,45% *	1,44% *	0,60% *	7% **	7,19% **	10,45% **

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

** Impegno calcolato secondo la formula di scarico valida per la disattivazione dell'impianto

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

Nel grafico di figura 10.1 sono riportate le relative concentrazioni di Uranio – già presentate in Tabella 9.9. Come si può osservare i valori nei campioni prelevati non

evidenziano variazioni significative e soprattutto non si evidenziano fenomeni di accumulo.

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

ARPA Piemonte

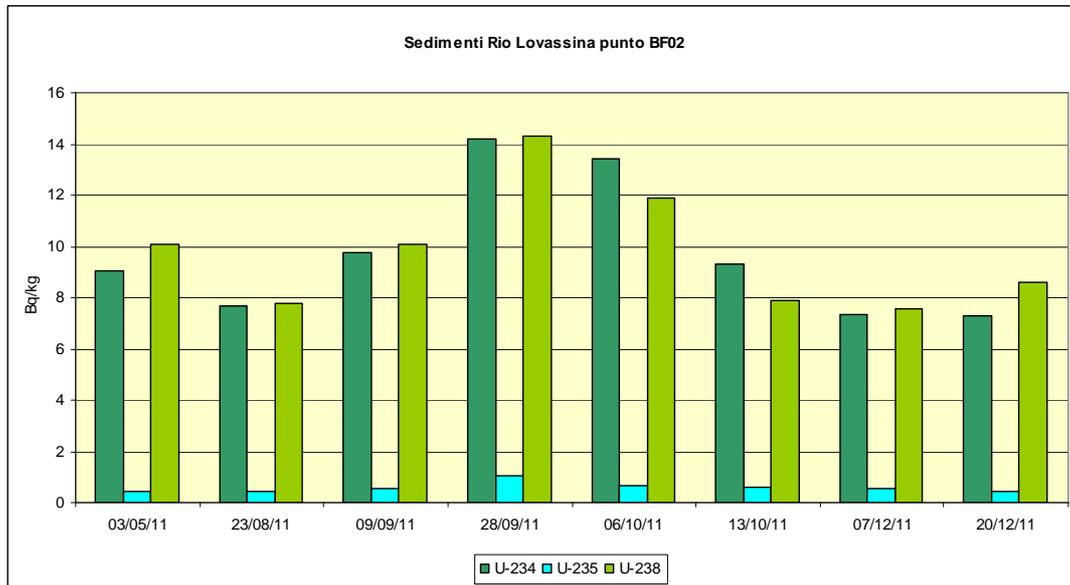
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 10.1 Concentrazione di Uranio nei sedimenti del Rio Lovassina – anno 2011



11. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sulla base dei dati sopra esposti è possibile calcolare la *dose efficace* gli *individui di riferimento* della popolazione. Pur assumendo come ipotesi estremamente cautelativa che le concentrazioni di Uranio misurate siano imputabili esclusivamente alle attività dell'impianto, risulta ampiamente rispettato il limite di 1 mSv/anno per gli *individui di riferimento* ed in particolare risulta rispettato anche il *limite di non rilevanza radiologica* di 10 μ Sv/anno.

Si segnala che, stante il basso apporto fornito alla dieta media dalla tipologia di cereali di produzione locale disponibili, il loro contributo al calcolo della dose efficace è stato ridotto di un fattore 10 rispetto a quanto assunto nel

documento *Strategie di monitoraggio e controllo dei siti nucleari* di cui al paragrafo 5. Inoltre non è stato considerato integralmente il contributo dovuto all'inalazione, dal momento che il punto di campionamento del particolato atmosferico è situato all'interno del perimetro dell'impianto e non può considerarsi significativo per valutare l'esposizione della popolazione.

In figura 11.1 sono rappresentati i contributi percentuali alla *dose efficace*, ad evidenziare che i diversi comparti ambientali forniscono contributi dello stesso ordine di grandezza alla *dose efficace*. Si rammenta a tale proposito che l'Uranio è un elemento radioattivo naturale pressoché ubiquitario.

Tabella 11.1 Stima della *dose efficace*.

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno
Ingestione	acqua potabile	0,000889
	acqua di falda superficiale	0,001421
	coltivazioni locali	0,000037
Inalazione	particolato atmosferico	0,000017
Totale		0,002363
Limite non rilevanza radiologica		0,01
Limite di dose efficace		1

ARPA Piemonte

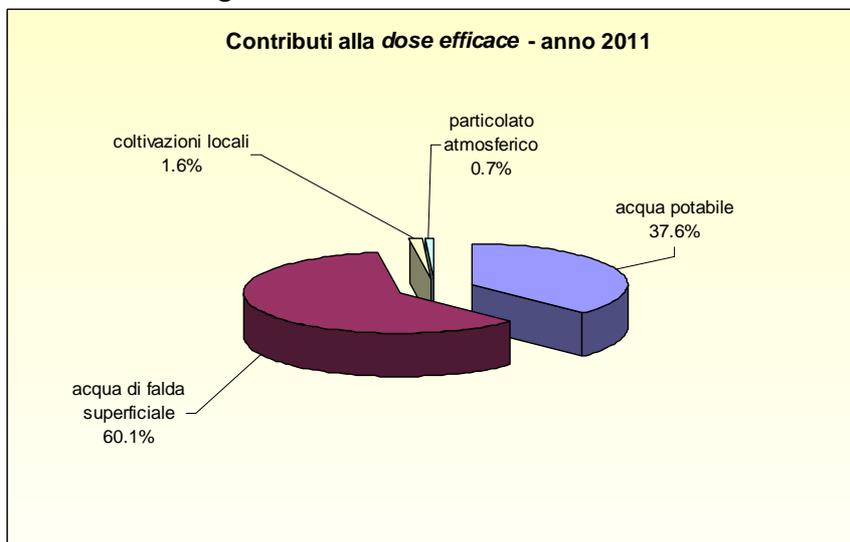
Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 11.1 Contributi alla *dose efficace*.



Per quanto riguarda la tossicità chimica con considerazioni analoghe è possibile valutare le concentrazioni medie di Uranio nell'acqua potabile ed il rateo di introduzione medio, per le stesse vie critiche considerate per le valutazioni radioprotezionistiche. Anche in

questo caso sono rispettati i limiti indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Le valutazioni effettuate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo riportate ai paragrafi 5 e 6.

Tabella 11.2 Stima della concentrazione media di Uranio nell'acqua potabile e nell'acqua di falda superficiale.

Matrice	Concentrazione $\mu\text{g/l}$
Acqua potabile	0,673
Acqua di falda superficiale	1,077
Limite OMS	15

Tabella 11.3 Stima del rateo medio di introduzione di Uranio.

Via critica	Matrice	TDI $\mu\text{g}/(\text{kg giorno})$
Ingestione	coltivazioni locali	0,014
Totale		0,014
Limite OMS		0,60

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 Bosco Marengo è buono e non emergono situazioni di criticità per l'ambiente e per la popolazione.

Le operazioni di decommissioning svolte nel corso dell'anno (si veda il punto 3 della presente relazione) non hanno prodotto un impatto significativo sull'ambiente.

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.M742 “Determinazione dell'attività alfa totale da attinidi nell'acqua - Eichrom Technologies, Inc. ACW11-03 Gross Alpha Radioactivity in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M751 “Determinazione di U-234, U-235 e U-238 in acqua - Eichrom Technologies, Inc. ACW02 rev. 1.3 Uranium in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M752 “Determinazione di U-234, U-235 e U-238 in suolo, sedimento e fango - Eichrom Technologies, Inc. ACS07 rev. 1.5 Uranium in soil” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M763 “Determinazione di U-234, U-235 e U-238 nei vegetali - HASL-300, 28th edition, vol I U-02-RC rev. 1 2000 p. 2 + Eichrom Technologies, Inc. ACW02 rev. 1.3 Uranium in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M795 “Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua mediante contatore proporzionale a flusso di gas - EPA METHOD 9310 rev. 0/1986 Gross alpha and gross beta” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.T085: “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

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

ARPA 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	E' 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 gray (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 sievert (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 sievert (Sv).
Dose equivalente	Prodotto della dose assorbita media in un tessuto o organo per il fattore di ponderazione delle radiazioni; si esprime in sievert (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 sievert (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