

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 BOSCO MARENCO (AL)

Aggiornamento 2006

Relazione tecnica n. 10/SS21.02/2007

Responsabile SC21	Giovanni d'Amore
Responsabile SS21.02	Laura Porzio
Componenti SS21.02	Luca Albertone, Antonio Iacono, Roberta Olivetti, Alessandra Scarcelli



INDICE

1. PREMESSA	3
2. ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO	3
3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI	3
4. DEFINIZIONI	5
5. STRATEGIE DI CONTROLLO	6
6. METODOLOGIA DI MISURA	8
7. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	10
8. LA RETE DI MONITORAGGIO	10
9. MONITORAGGIO AMBIENTALE	14
Acqua potabile di rete	14
Acqua di falda superficiale	15
Suolo imperturbato – strato superficiale	18
Suoli coltivati e relative coltivazioni	19
Acqua superficiale	20
Sedimenti	21
10. ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI	22
11. STATO DI ATTUAZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO	23
12. OPERAZIONI DI TRASFERIMENTO DEL COMBUSTIBILE FRESCO VERSO LA GERMANIA	24
Monitoraggio radiologico ambientale	24
Controlli di Ente Terzo	29
13. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	31
14. VALUTAZIONI CONCLUSIVE	32

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 Bosco Marengo (AL) condotto nell'anno 2006.

2. ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO

La ex FN S.p.A. è attiva nel settore del ciclo del combustibile nucleare dal 1972 in qualità di unico fabbricante nazionale di combustibile nucleare per le centrali elettronucleari dell'ENEL. La produzione di combustibile è cessata nel 1990 e la società, ridenominata "FN Nuove Tecnologie e Servizi Avanzati S.p.A." ha provveduto da tale data al mantenimento in sicurezza dell'impianto nucleare.

Le attività di smantellamento sono state trasferite alla SO.G.I.N. con l'Ordinanza commissariale n. 6 del 25 giugno 2003 ed è già stato avviato l'iter autorizzativo per il *decommissioning* ai sensi del D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.

Nel corso del 2006 sono state svolte alcune operazioni propedeutiche al *decommissioning* ed in particolare:

- trasferimento del combustibile fresco ancora presente sull'impianto verso la Germania;
- prove "a freddo" ed "a caldo" per l'avvio della *pallinatrice*, dispositivo preposto alla rimozione della contaminazione superficiale da componenti di impianto.

Sono stati effettuati n. 2 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel Rio Lovassina.

3. 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

Per completezza è opportuno ricordare che la Presidenza del Consiglio dei Ministri ha emanato in data 14 febbraio 2003 un Decreto che dichiarava "lo stato di emergenza in

relazione all'attività di smaltimento di rifiuti radioattivi dislocati nelle regioni Lazio, Campania, Emilia Romagna, Basilicata e Piemonte" (sedi di installazioni nucleari).

Successivamente il 7 marzo 2003 è stata emanata l'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3267 che disponeva la nomina del Presidente SO.G.I.N. quale Commissario delegato con il compito di mettere in sicurezza i materiali radioattivi e di predisporre i piani di avvio delle procedure di smantellamento delle centrali nucleari.

Il Commissario delegato, Generale Carlo Jean, per ottemperare ai suoi compiti, ha emanato 20 Ordinanze per pianificare le azioni necessarie allo smantellamento accelerato degli impianti in deroga alla normativa vigente in materia.

In particolare sono di interesse per quanto riguarda il sito nucleare di Bosco Marengo:

- l'Ordinanza n. 4 del 11 aprile 2003 del Commissario delegato che ha disposto il piano delle attività di adeguamento delle misure di protezione fisica e di progressiva diminuzione del rischio degli impianti;
- l'Ordinanza n. 5 del 29 aprile 2003 del Commissario delegato che ha fissato i limiti per l'allontanamento dei materiali solidi provenienti dalla dismissione degli impianti del ciclo del combustibile nucleare – non considerati rifiuti radioattivi – verso le discariche e gli impianti di riciclo;
- l'Ordinanza n. 6 del 25 giugno 2003 del Commissario delegato che ha stabilito il trasferimento delle licenze e delle autorizzazioni dell'impianto di fabbricazione del combustibile nucleare di proprietà di FN - Nuove Tecnologie e Servizi Avanzati S.p.a. a SO.G.I.N. S.p.a.;
- Ordinanza n. 7 del 9 luglio 2003 che ha aggiornato il piano ed il programma di dismissione dell'impianto di fabbricazione del combustibile nucleare di proprietà di FN - Nuove Tecnologie e Servizi Avanzati S.p.a.

Sono inoltre di interesse:

- la Legge n. 368 del 24 dicembre 2003 (legge Scanzano), conversione del Decreto Legge n. 314 del 14 novembre 2003, che ha fissato modalità e tempi di realizzazione del Deposito nazionale dei rifiuti radioattivi;
- l'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3355 del 7 maggio 2004 dove sono contenute ulteriori disposizioni per la messa in sicurezza dei materiali radioattivi;

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

- il D.M. 2 dicembre 2004 “Indirizzi strategici e operativi alla S.O.G.I.N. - Società gestione impianti nucleari S.p.A., ai sensi dell'articolo 13, comma 4, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79”;

Si evidenzia che lo “stato di emergenza” di cui al D.P.C.M. 14 febbraio 2003 è terminato il 31 dicembre 2006.

Resta inoltre da 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.

4. DEFINIZIONI

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.

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

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
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.

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.

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

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. In particolare sono stati determinati:

a. **valori soglia di concentrazione** (di seguito indicati con **R**), che comportano il raggiungimento del limite di dose efficace pari a 1 mSv per anno (per l'acqua potabile il limite è di 0,1 mSv per anno ai sensi del D. Lgs. 31/2001).

Questo significa, per esempio, che avendo valutato che il *valore soglia di concentrazione* per lo Sr-90 nel latte è pari a 3,6 Bq/l, consumando per un anno intero latte con una concentrazione di Sr-90 di 3,6 Bq/l, un individuo della popolazione raggiunge il limite di dose stabilito in 1 mSv per anno.

Concentrazione in una matrice (Bq/kg, Bq/m³ ecc) = **R**



Dose efficace = 1 mSv per anno

b. **valori soglia di concentrazione per la non rilevanza radiologica** (di seguito indicati con **R non rilevanza**), che comportano il raggiungimento del limite per la non rilevanza radiologica pari a 10 µSv per anno.

Questo significa, per esempio, che avendo valutato che il *valore soglia di concentrazione per la non rilevanza radiologica* per lo Sr-90 nel latte è pari a 0,36 Bq/l, consumando per un anno intero latte con una concentrazione di Sr-90 di 0,36 Bq/l, un individuo della popolazione raggiunge il limite di dose stabilito in 1 mSv per anno.

Concentrazione in una matrice (Bq/kg, Bq/m³ ecc) =
R non rilevanza



Dose efficace = 10 µSv per anno

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.

Tutte le considerazioni precedenti fanno riferimento agli aspetti radioprotezionistici legati all'esposizione a radiazioni ionizzanti anche se, per quanto riguarda l'uranio, i rischi connessi alla tossicità chimica risultano preponderanti.

Per quanto riguarda la tossicità chimica dell'uranio l'Organizzazione Mondiale per la Sanità fissa in 15 µg/l il valore guida per la concentrazione di uranio totale nell'acqua potabile.

Anche i valori soglia per ingestione di alimenti contaminati e per inalazione devono tenere conto della tossicità chimica dell'uranio. In questo caso il valore di riferimento è costituito dal TDI (*Tolerable Daily Intake*) fissato dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità in 0,6 µg/(kg massa corporea giorno).

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

Le metodologie di analisi utilizzate sono state scelte per permettere la determinazione quantitativa dei contaminanti maggiormente rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico rispetto alla natura dell'impianto oggetto del monitoraggio.

I risultati delle analisi sono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite alla massa o al volume della matrice considerata (Bq/kg, Bq/l o Bq/m³ rispettivamente). La sensibilità della misura viene indicata dalla MAR (Minima Attività Rivelabile): 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 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 sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica* e ai *valori di screening*.

Particolare attenzione viene posta, attraverso adeguate procedure, alla riferibilità e ripetibilità del dato: ad esempio le concentrazioni di contaminanti dei suoli sono sempre riferite al peso secco, in modo da risultare indipendenti dalla quantità di acqua presente al momento del prelievo. Gli alimenti vengono trattati come per il consumo, privandoli delle parti non eduli, e le concentrazioni sono riferite al peso fresco.

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

- 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 soli" – 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.M808 "Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01" – metodo esterno non normalizzato;
- U.T2.M038 "Ricerca di radionuclidi mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione" – metodo interno;

- U.RP.M796 “Valutazione della contaminazione superficiale alfa e beta - ISO 7503-1: 1988 Evaluation of surface contamination-Part 1: beta emitters (maximum beta energy greater than 0,15 Mev) and alpha emitters”.

In tabella 6.1 sono riportate le sensibilità di misura.

Tabella 6.1 Sensibilità di misura, espresse in termini delle MAR (ordini di grandezza).

Parametro	U-234 Bq/l(kg)	U-235 Bq/l(kg)	U-238 Bq/l(kg)	α -tot acqua Bq/l	β -tot acqua Bq/l	α -tot aria Bq/m ³	β -tot aria Bq/m ³
MAR	0,005	0,005	0,005	0,1	0,2	0,00008	0,0002

7. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

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

- catena spettrometrica alfa con rivelatore al silicio a barriera superficiale e software di elaborazione “Alpha Vision - versione 5.31 ” della EG&G Ortec;
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione Wallach mod. 1414;
- catene spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo p o n e software di elaborazione “Gamma Vision - versione 6.0 ” della EG&G Ortec;
- rateometro Berthold LB 123 con sonda a scintillazione plastica LB 1236.

8. LA RETE DI MONITORAGGIO

Le matrici ambientali e alimentari considerate come indicatori locali sono indicate nella tabella seguente, insieme alla frequenza minima di campionamento, alle determinazioni analitiche effettuate ed ai valori di riferimento adottati di cui al paragrafo 5.

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

In merito alle matrici ed ai punti di prelievo individuati si possono formulare le seguenti considerazioni:

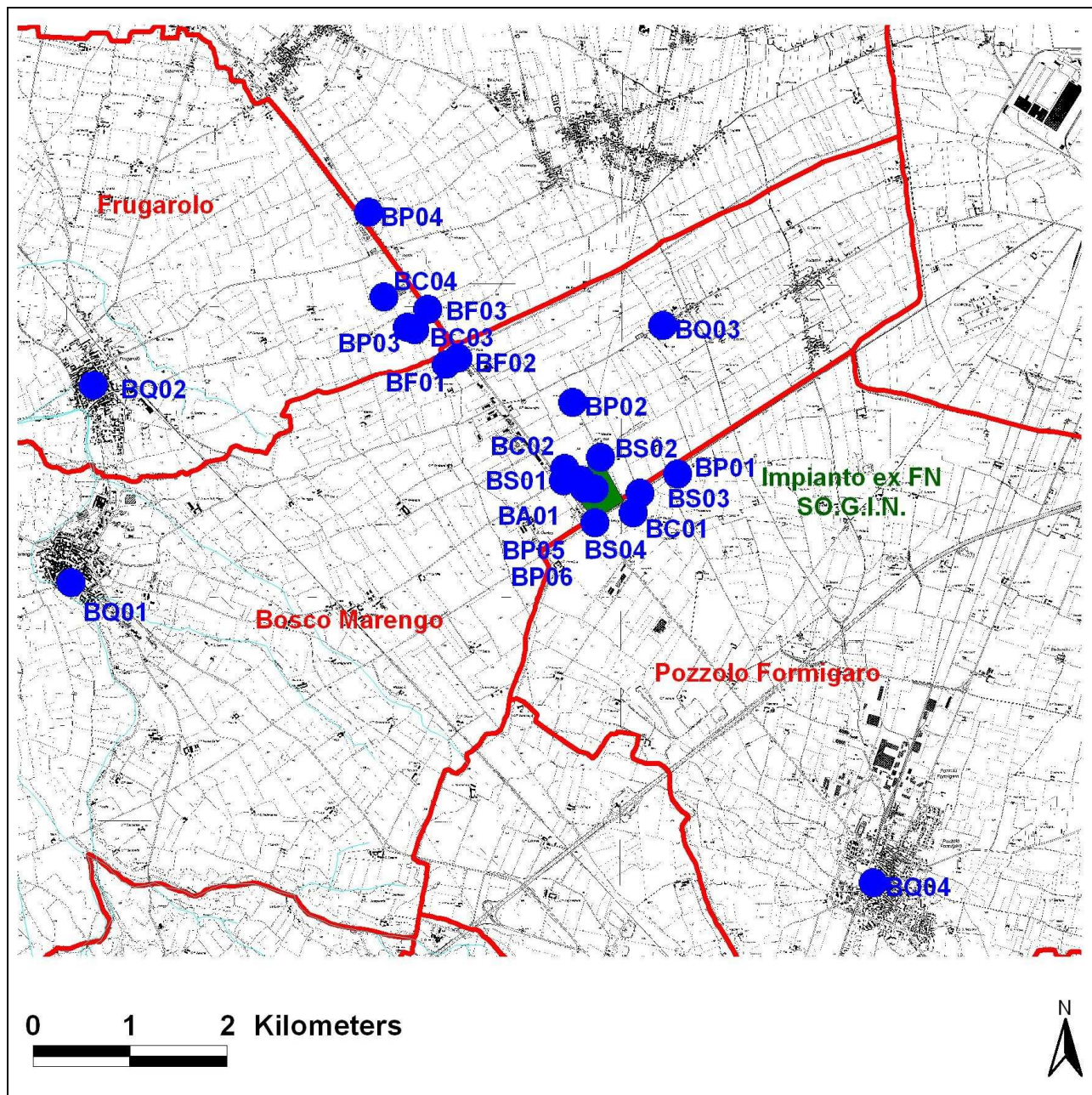
- l'acqua potabile, oltre ad essere distribuita ad un'utenza molto vasta, consente di controllare l'eventuale contaminazione della falda profonda;
- l'acqua di pozzo consente di controllare l'eventuale contaminazione della falda superficiale;
- le matrici alimentari, oltre a fornire un indice del grado di diffusione della contaminazione nell'ambiente, consentono di calcolare il contributo alla dose per gli individui della popolazione in seguito all'ingestione di cibi eventualmente contaminati;
- i suoli prelevati intorno all'impianto consentono di controllare la contaminazione conseguente il rilascio sia degli effluenti liquidi che aeriformi;
- l'acqua superficiale ed i sedimenti del Rio Lovassina consentono di verificare eventuali fenomeni di accumulo;
- il particolato atmosferico prelevato in continuo consente di monitorare gli eventuali rilasci di contaminanti aeriformi dal camino dell'impianto.

Di seguito sono riportate la tabella 8.1 con il piano di monitoraggio e la cartina (fig. 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 Bq/m ³	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		0,27		
			U-234			0,18	18
			U-235			0,19	19
Acqua potabile	BQ01, BQ02, BQ03, BQ04	semestrale	α totale	0,5			
			β totale	1			
			U totale		0,27		
			U-234			0,18	18
			U-235			0,19	19
Acqua superficiale	BF01, BF02, BF03	semestrale	α totale	0,5			
			β totale	1			
			U totale		0,075		
			U-234			0,064	6,4
			U-235			0,068	6,8
Sedimenti fluviali	BF01, BF02, BF03	semestrale	U-234		280	240	24000
			U-235			250	25000
			U-238			260	26000
Suolo imperturbato	BS01, BS02, BS03, BS04	annuale	U-234		280	240	24000
			U-235			250	25000
			U-238			260	26000
Suolo coltivato	BC01, BC02, BC03, BC04	annuale	U-234		280	240	24000
			U-235			250	25000
			U-238			260	26000
Cereali di coltivazione locale	BC01, BC02, BC03, BC04	annuale	U-234		0,70	0,60	60
			U-235			0,63	63
			U-238			0,65	65
Particolato atmosferico	BA01	continua	α totale ritardata	0,0005			
			β totale ritardata	0,005			

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



9. MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nelle tabelle e nei grafici seguenti sono riportati gli andamenti della contaminazione delle matrici ambientali ed alimentari relativamente al monitoraggio del 2006.

Acqua potabile di rete

Nei campioni di acqua potabile distribuita dagli acquedotti di Bosco Marengo (BQ01), Frugarolo (BQ02), Quatto 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 successive analisi di spettrometria alfa eseguite sui campioni composti annuali – riportate in tabella 9.2 – hanno evidenziato che i rapporti isotopici (arricchimento) corrispondono all'Uranio naturale.

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	06/00604	03/05/2006	< 0,017	< 0,096	< 0,20
	06/029948	25/10/2006	0,0390 \pm 0,0097	< 0,0770	< 0,180
BQ02	06/00605	03/05/2006	< 0,017	< 0,088	< 0,18
	06/029950	25/10/2006	< 0,0184	< 0,100	< 0,210
BQ03	06/00603	03/05/2006	< 0,016	< 0,086	< 0,21
	06/029953	25/10/2006	< 0,0184	< 0,0840	< 0,200
BQ04	06/00602	03/05/2006	0,043 \pm 0,010	< 0,064	< 0,20
	06/029951	25/10/2006	< 0,0184	< 0,0960	< 0,220
G, S			0,27	0,5	1

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

Punto	Numero campione	Periodo riferimento	U-234 Bq/l	U-235 Bq/l	U-238 Bq/l	Arricchimento
BQ01	05/01143	anno 2005	0,0143 \pm 0,0024	< 0,000267	0,00684 \pm 0,00123	ND
	06/032185	anno 2006	0,0124 \pm 0,0020	0,000297 \pm 0,000162	0,00572 \pm 0,00099	0,80% \pm 0,46%
BQ02	05/01144	anno 2005	0,0132 \pm 0,0020	0,000404 \pm 0,000125	0,00633 \pm 0,00098	0,98% \pm 0,34%
	06/032186	anno 2005	0,0122 \pm 0,0019	0,000367 \pm 0,000158	0,00600 \pm 0,00100	0,94% \pm 0,43%
BQ03	05/01142	anno 2005	0,00459 \pm 0,00074	0,000148 \pm 0,000077	0,00228 \pm 0,00039	1,00% \pm 0,55%
	06/032187	anno 2006	0,00321 \pm 0,00063	< 0,000179	0,00154 \pm 0,00037	ND
BQ04	05/001141	anno 2005	0,0133 \pm 0,0022	0,000467 \pm 0,000243	0,00856 \pm 0,00147	0,84% \pm 0,46%
	06/032188	anno 2006	0,00719 \pm 0,00127	< 0,000166	0,00467 \pm 0,00089	ND
R_{non} rilevanza			0,18	0,19	0,20	0,71%

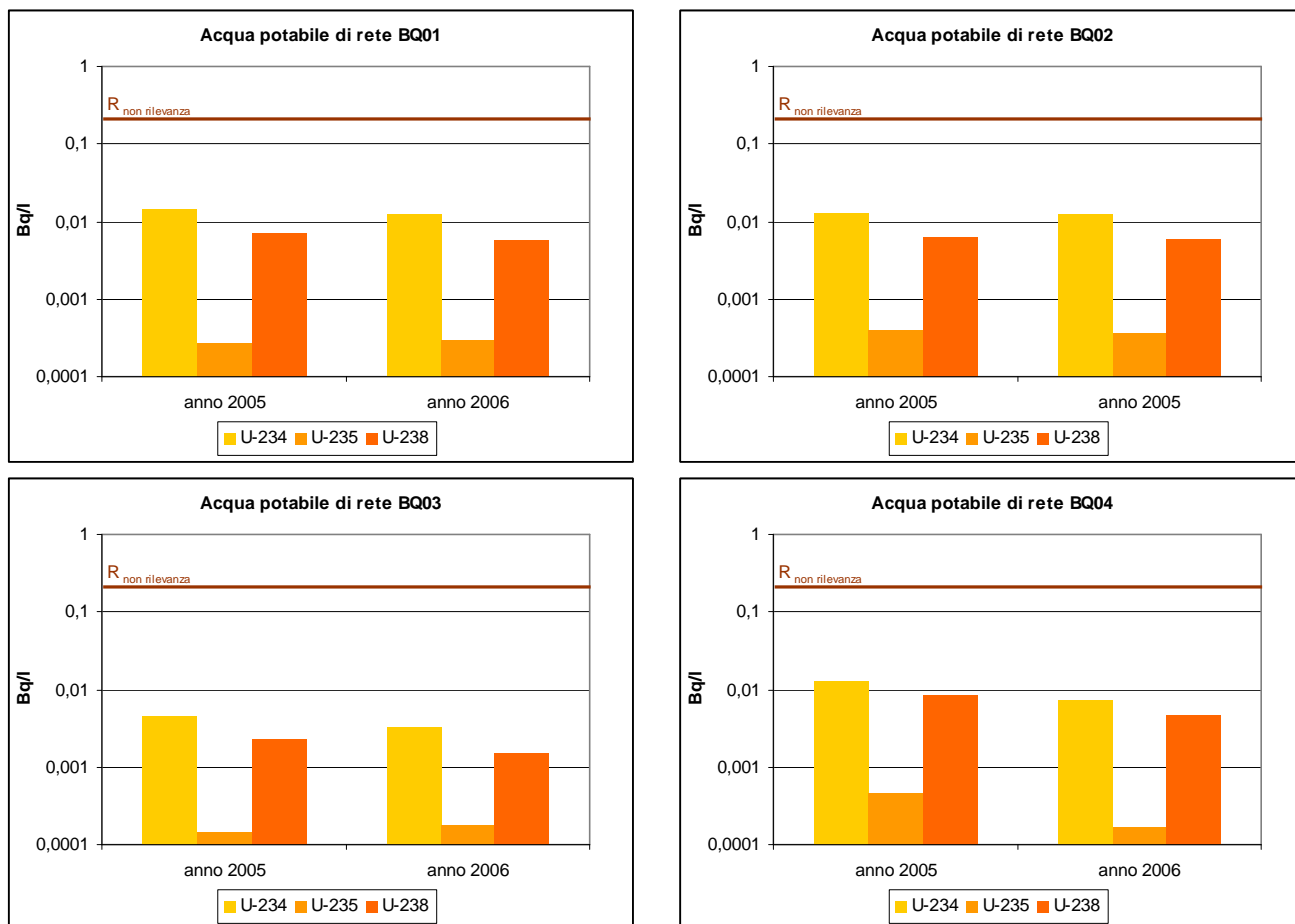
ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

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

Figura 9.1 Andamento delle 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 privati nei punti BP01, BP02, BP03, BP04, BP05 e BP06 tutti i valori di concentrazione dell'attività degli Attinidi totali, dell'attività alfa totale e dell'attività beta totale – 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. Le successive analisi di spettrometria alfa eseguite sui campioni compositi annuali – riportate in tabella 9.4 – hanno evidenziato che i rapporti isotopici (arricchimento) corrispondono all'Uranio naturale.

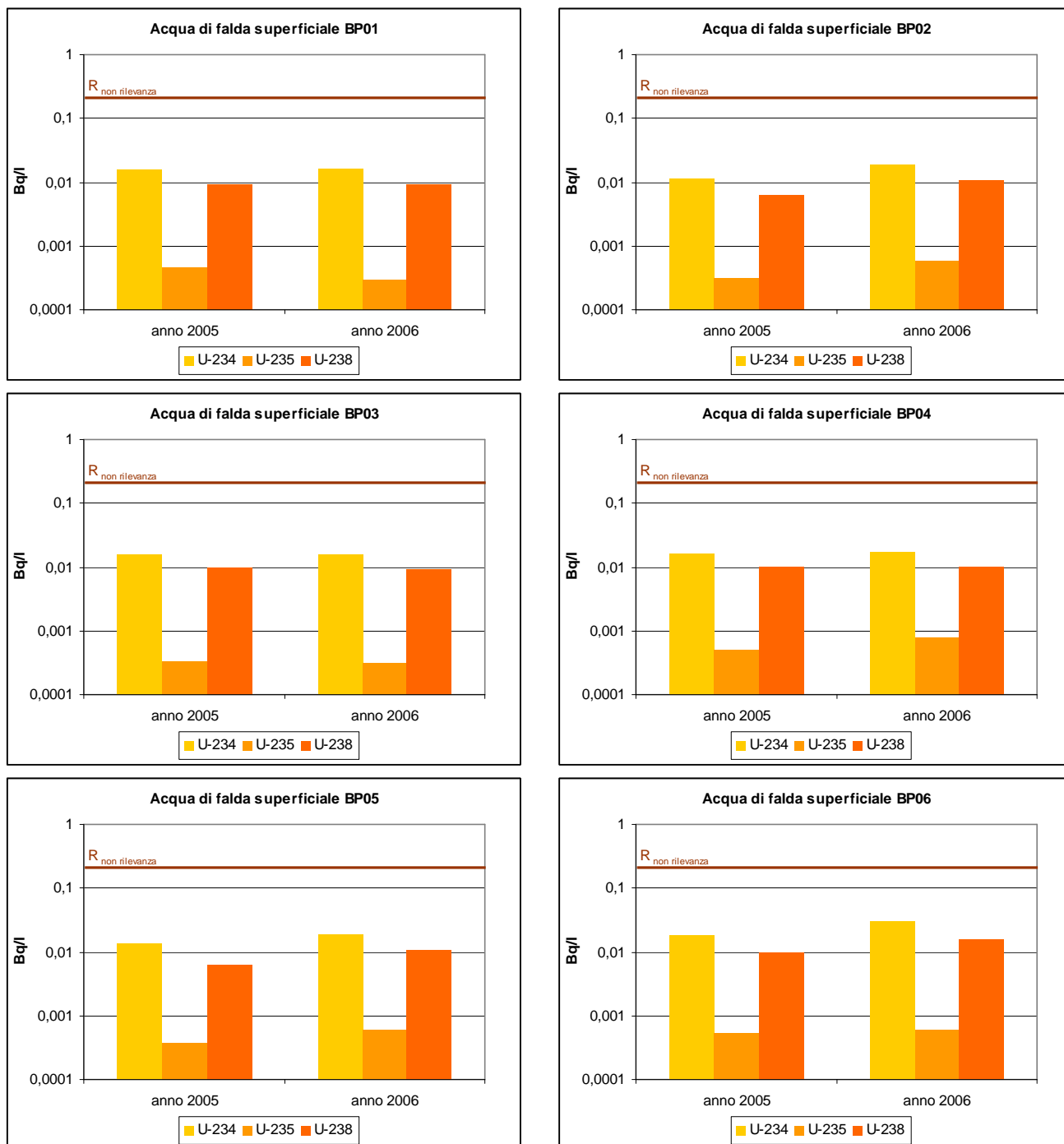
Tabella 9.3 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Attinidi Bq/l	α totale Bq/l	β totale Bq/l
BP01	06/00187	31/01/2006	< 0,015	< 0,10	< 0,22
	06/00746	06/06/2006	< 0,017	< 0,098	< 0,23
	06/027599	28/09/2006	0,0420 \pm 0,0099	0,150 \pm 0,048	< 0,180
	06/031800	21/11/2006	0,0390 \pm 0,0100	< 0,112	< 0,220
BP02	06/00365	14/03/2006	< 0,016	< 0,094	< 0,19
	06/00747	06/06/2006	< 0,017	0,15 \pm 0,05	< 0,19
	06/027598	28/09/2006	0,0440 \pm 0,0100	< 0,0820	< 0,180
	06/031802	21/11/2006	0,0383 \pm 0,0099	< 0,101	< 0,170
BP03	06/00188	31/01/2006	< 0,015	< 0,094	< 0,19
	06/00748	06/06/2006	0,056 \pm 0,011	0,15 \pm 0,05	< 0,22
	06/027604	28/09/2006	0,0520 \pm 0,0100	< 0,0880	< 0,230
	06/031803	21/11/2006	0,0307 \pm 0,0095	< 0,0964	< 0,188
BP04	06/00189	31/01/2006	0,024 \pm 0,009	< 0,086	< 0,18
	06/00749	06/06/2006	< 0,016	< 0,082	0,40 \pm 0,12
	06/027605	28/09/2006	0,0510 \pm 0,0100	< 0,180	< 0,230
	06/031804	21/11/2006	0,0319 \pm 0,0096	< 0,0791	< 0,210
BP05	06/00223	07/02/2006	0,038 \pm 0,011	< 0,068	0,76 \pm 0,13
	06/00766	13/06/2006	< 0,016	< 0,096	< 0,18
	06/027591	28/09/2006	0,0840 \pm 0,0110	< 0,0920	< 0,220
	06/031797	21/11/2006	0,0326 \pm 0,0096	< 0,0981	< 0,190
BP06	06/00224	07/02/2006	0,036 \pm 0,010	< 0,11	< 0,17
	06/00767	13/06/2006	0,031 \pm 0,011	< 0,092	< 0,22
	06/027592	28/09/2006	0,0500 \pm 0,0100	0,180 \pm 0,055	< 0,190
	06/031798	21/11/2006	0,0396 \pm 0,0100	< 0,0910	< 0,187
G, S			0,27	0,5	1

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

Punto	Numero campione	Periodo riferimento	U-234 Bq/l	U-235 Bq/l	U-238 Bq/l	Arricchimento
BP01	06/00166	anno 2005	0,0156 \pm 0,00234	0,000471 \pm 0,000127	0,00909 \pm 0,00136	0,80% \pm 0,25%
	06/034776	anno 2006	0,0163 \pm 0,0027	< 0,000305	0,00911 \pm 0,0016	ND
BP02	06/00167	anno 2005	0,0112 \pm 0,00168	0,000315 \pm 0,000107	0,00627 \pm 0,00100	0,78% \pm 0,29%
	06/034777	anno 2006	0,0191 \pm 0,0031	< 0,000584	0,0106 \pm 0,0019	ND
BP03	06/00168	anno 2005	0,0155 \pm 0,00186	0,000328 \pm 0,000157	0,00982 \pm 0,00128	0,52% \pm 0,26%
	06/034778	anno 2006	0,0155 \pm 0,0026	< 0,000315	0,00948 \pm 0,0017	ND
BP04	06/00169	anno 2005	0,0167 \pm 0,00251	0,000507 \pm 0,000127	0,0102 \pm 0,00153	0,77% \pm 0,22%
	06/034779	anno 2006	0,0177 \pm 0,0029	0,000769 \pm 0,000287	0,0102 \pm 0,0017	1,16% \pm 0,47%
BP05	06/00170	anno 2005	0,0135 \pm 0,00203	0,000389 \pm 0,000109	0,00647 \pm 0,00104	0,93% \pm 0,30%
	06/034781	anno 2006	0,0193 \pm 0,00303	0,000617 \pm 0,000210	0,0105 \pm 0,0017	0,91% \pm 0,34%
BP06	06/00171	anno 2005	0,0181 \pm 0,00272	0,000527 \pm 0,000132	0,00976 \pm 0,00146	0,83% \pm 0,24%
	06/034783	anno 2006	0,0305 \pm 0,0047	0,000626 \pm 0,000146	0,0154 \pm 0,0024	0,63% \pm 0,18%
R_{non} rilevanza			0,18	0,19	0,20	0,71%

Figura 9.2 Andamento delle misure di spettrometria alfa sui campioni di acqua di falda superficiale (Tabella 9.4).



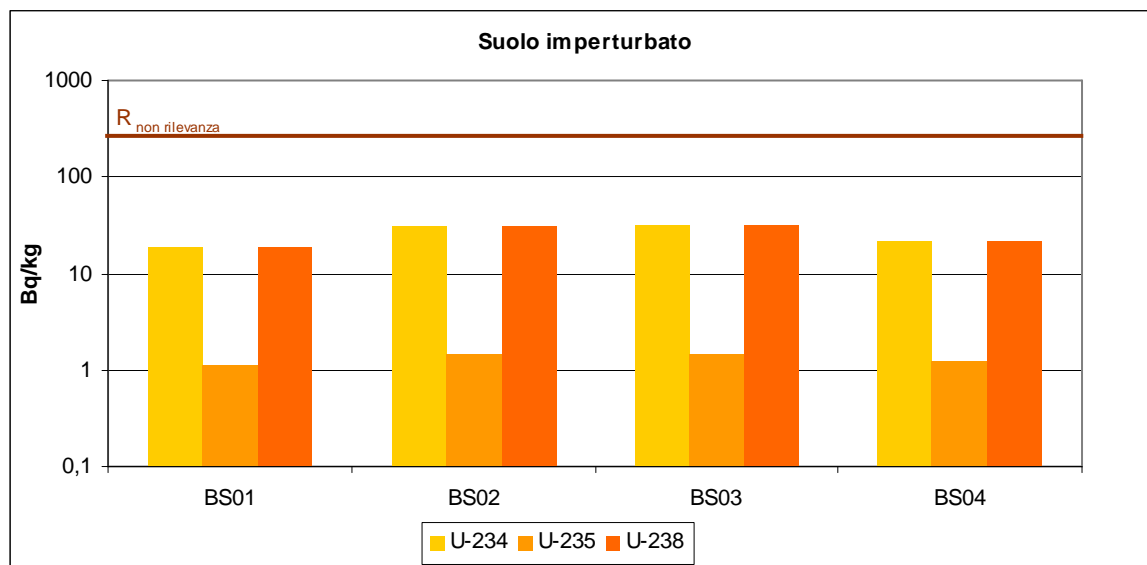
Suolo imperturbato – strato superficiale

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. 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 indisturbato – strato superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	U-234 Bq/kg	U-235 Bq/kg	U-238 Bq/kg	Arricchimento
BS01	06/027595	28/09/2006	18,9 ± 2,9	1,13 ± 0,26	18,7 ± 2,8	0,93% ± 0,26%
BS02	06/027594	28/09/2006	30,2 ± 4,6	1,43 ± 0,34	30,5 ± 4,6	0,72% ± 0,20%
BS03	06/027596	28/09/2006	32,7 ± 5,2	1,47 ± 0,49	32,1 ± 5,1	0,71% ± 0,26%
BS04	06/027597	28/09/2006	21,9 ± 3,4	1,25 ± 0,33	21,7 ± 3,3	0,89% ± 0,27%
<i>R_{non rilevanza}</i>			240	250	260	0,71%

Figura 9.3 Rappresentazione grafica delle misure di spettrometria alfa sui campioni di suolo indisturbato (Tabella 9.5).



Suoli coltivati e relative coltivazioni

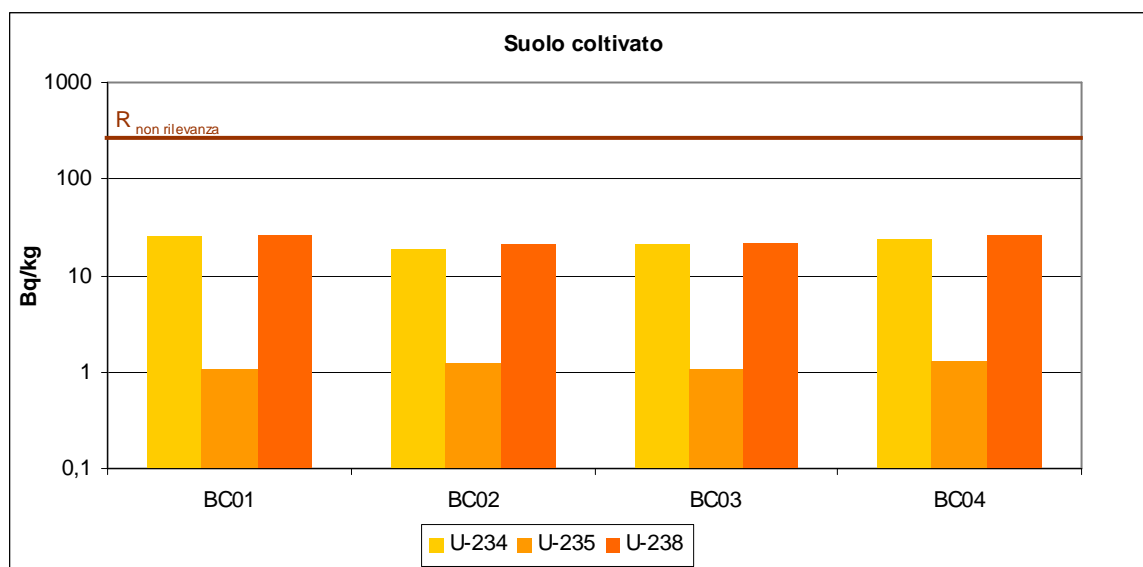
Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli coltivati (grano, mais, piselli) è presente contaminazione da uranio del tutto confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione e non sono state evidenziate alterazioni nei rapporti 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	06/00769	13/06/2006	25,0 ± 3,8	1,10 ± 0,34	26,0 ± 4,0	0,65% ± 0,23%
BC02	06/00771	13/06/2006	19,4 ± 2,4	1,23 ± 0,44	20,7 ± 2,6	0,92% ± 0,35%
BC03	06/00773	13/06/2006	21,0 ± 3,3	1,10 ± 0,30	22,0 ± 3,3	0,77% ± 0,24%
BC04	06/00774	13/06/2006	24,0 ± 3,6	1,30 ± 0,32	26,0 ± 3,9	0,77% ± 0,22%
<i>R_{non rilevanza}</i>			240	250	260	0,71%

Figura 9.3 Rappresentazione grafica delle misure di spettrometria alfa sui campioni di suolo indisturbato (Tabella 9.6).



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

Anche per quanto riguarda i prodotti – grano, orzo e piselli – 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.

Tabella 9.7 Risultati delle misure sui campioni di grano, orzo e piselli 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	06/00768	13/06/2006	< 0,047	< 0,030	< 0,024
BC02	06/00770	13/06/2006	< 0,029	< 0,033	< 0,026
BC03	06/00772	13/06/2006	< 0,030	< 0,023	< 0,018
BC04	06/00775	13/06/2006	< 0,027	< 0,028	< 0,018
R_{non rilevanza}			0,60	0,63	0,65

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* ad eccezione dell'attività beta totale per i campioni prelevati in data 04/04/2006. Tale superamento è completamente spiegato dalla presenza di I-131 (tabella 9.9) di provenienza ospedaliera, con concentrazione costante sia a monte sia a valle del punto di immissione dello scarico dell'impianto nel Rio Lovassina.

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	06/00455	04/04/2006	< 0,016	< 0,089	1,10 ± 0,12
	06/029945	25/10/2006	< 0,015	< 0,098	0,57 ± 0,11
BF02	06/00428	28/03/2006	< 0,016	< 0,082	0,67 ± 0,13
	06/00443	04/04/2006	0,044 ± 0,011	0,130 ± 0,0481	1,10 ± 0,12
	06/029942	25/10/2006	< 0,015	< 0,210	0,75 ± 0,15
BF03	06/00453	04/04/2006	< 0,016	< 0,085	1,00 ± 0,12
	06/029944	25/10/2006	< 0,015	< 0,088	0,62 ± 0,12
G, S			0,075	0,5	1

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

Tabella 9.8 Risultati delle misure di approfondimento sui campioni evidenziati in **Tabella 9.8**.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/l	Cs-137 Bq/l	I-131 Bq/l
BF01	06/00455	04/04/2006	< 0,039	< 0,028	1,60 ± 0,12
BF02	06/00443	04/04/2006	< 0,050	< 0,076	1,50 ± 0,21
BF03	06/00453	04/04/2006	< 0,037	< 0,028	1,70 ± 0,12

Sedimenti

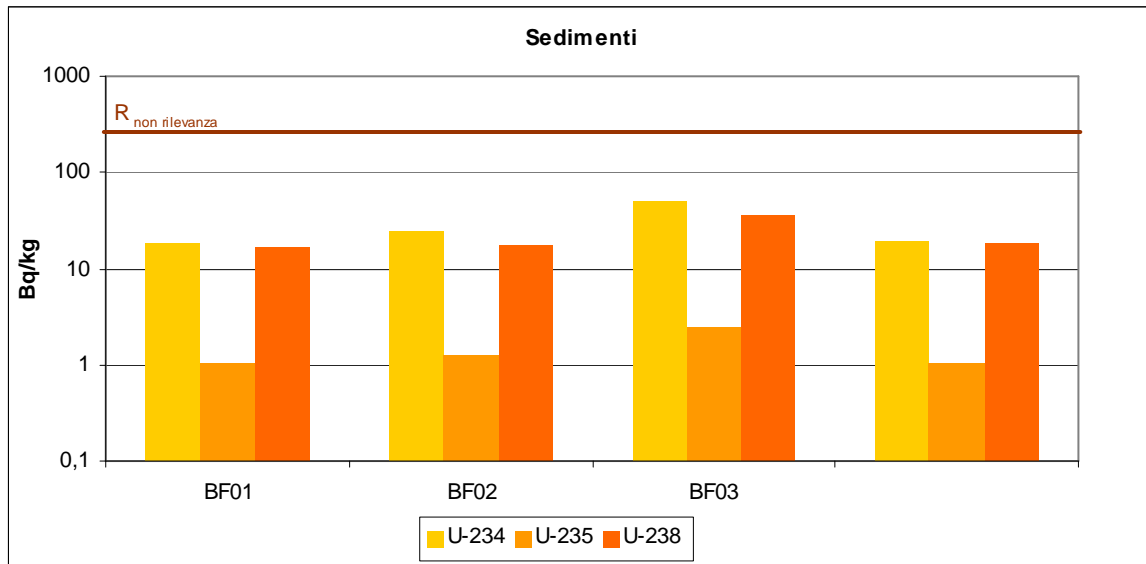
Nei sedimenti del Rio Lovassina prelevati a monte della condotta di scarico degli effluenti radioattivi liquidi (BF01) ed a valle della stessa (BF03) è presente contaminazione da uranio del tutto confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia 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.

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 9.10 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	06/00456	04/04/2006	18,1 ± 2,4	1,05 ± 0,37	16,8 ± 2,2	0,96% ± 0,36%
BF02	06/00444	04/04/2006	23,8 ± 4,7	1,27 ± 0,36	17,2 ± 2,7	1,14% ± 0,37%
BF03	06/00454	04/04/2006	49,5 ± 7,4	2,50 ± 0,51	34,7 ± 5,3	1,11% ± 0,28%
	06/029946	25/10/2006	19,1 ± 2,4	1,06 ± 0,37	18,5 ± 2,4	0,88% ± 0,33%
<i>R_{non rilevanza}</i>			240	250	260	0,71%

Figura 9.5 Rappresentazione grafica delle misure di spettrometria alfa sui campioni di sedimenti.



10. ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI

L'impianto rilascia nell'ambiente effluenti radioattivi liquidi nel rispetto della formula di scarico assegnata in sede autorizzativa. Non è invece stata assegnata una formula di scarico per gli effluenti radioattivi aeriformi.

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

Per quanto riguarda gli effluenti aeriformi è stato effettuato il monitoraggio ambientale tramite postazioni di campionamento di particolato atmosferico durante il periodo in cui hanno avuto luogo le operazioni di trasferimento del combustibile fresco.

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 l'anno precedente.

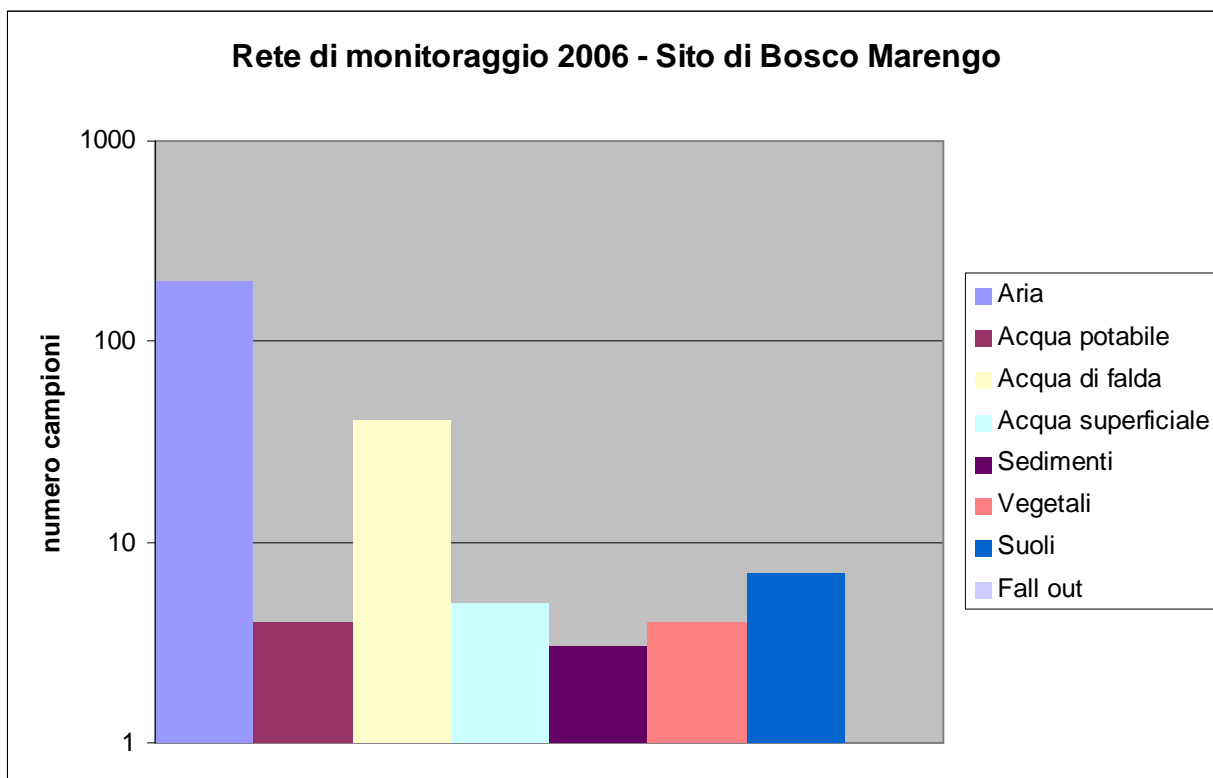
Tabella 10.1 Impegno delle formule di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi

Impianto	Impegno formula di scarico anno 2005	Impegno formula di scarico anno 2006
FN-Sogin	1,1%	1,45%

11. STATO DI ATTUAZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO

Il programma di monitoraggio radiologico ambientale del sito nucleare di Bosco Marengo dell'anno 2006 è stato completato a garanzia della tutela dell'ambiente e della popolazione.

Figura 11.1 Distribuzione dei campioni prelevati nel corso del 2006 per la rete di monitoraggio radiologico ambientale del sito nucleare di Bosco Marengo.



12. OPERAZIONI DI TRASFERIMENTO DEL COMBUSTIBILE FRESCO VERSO LA GERMANIA

Nel periodo gennaio – novembre 2006 si sono svolte le operazioni di trasferimento verso la Germania di tutto l'Uranio naturale, depleto ed arricchito ancora presente sul sito. Di seguito vengono riassunti, per completezza, i risultati dei controlli eseguiti.

I quantitativi trasportati e le relative modalità di trasporto sono riassunte in tabella 12.1.

Tabella 12.1 Quantità di Uranio allontanata dal sito di Bosco Marengo (AL)

Materiale	Quantità (t)	Attività (GBq)	Modalità di trasporto
Uranio naturale	22,31	563,63	stradale
Uranio impoverito	15,85	237,53	stradale
Uranio arricchito	8,83	622,46	stradale

Durante le operazioni Arpa ha predisposto un *monitoraggio radiologico ambientale straordinario* ed ha effettuato *controlli come Ente Terzo*.

Monitoraggio radiologico ambientale

Al fine di valutare correttamente l'eventuale impatto radiologico prodotto dalle operazioni di trasferimento dell'uranio sull'ambiente e sulla popolazione è stato messo a punto un piano di monitoraggio straordinario riassunto nella tabella 12.2.

All'inizio delle operazioni di preparazione del materiale e di confezionamento dei contenitori di trasporto (imballaggi) sono stati posizionati, all'interno dell'impianto, una stazione fissa di campionamento del particolato atmosferico e due bidoni di raccolta del fall out (deposizione al suolo umida e secca).

Tabella 12.2 Programma di monitoraggio.

Matrice	Punti di prelievo	Frequenza di prelievo	Indagine eseguita
Particolato atmosferico	1	giornaliera	spettrometria gamma attività alfa totale e beta totale ritardata
Fall out	1	termine operazioni	spettrometria gamma spettrometria alfa

Nel **particolato atmosferico** prelevato in continuo nel punto BA01 nei pressi dell'impianto i valori dell'attività alfa e beta totale sono perfettamente comparabili con quelli riscontrati in media nella regione e sono imputabili alla presenza di radionuclidi di origine naturale.

Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* ad esclusione del dato relativi al 20-21/01/2006 (evidenziato in tabella 12.3), che è completamente spiegato dalla concentrazione media di Be-7 per la settimana 17-24/01/2006 (per cui non è definibile un *valore soglia* essendo un radionuclide naturale).

Tabella 12.3 Risultati delle misure di screening sui campioni di particolato atmosferico.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	α totale Bq/m ³	β totale Bq/m ³
BA01	06/00010	31/12/2005	01/01/2006	0,000150 ± 0,000040	0,00320 ± 0,00013
	06/00011	01/01/2006	02/01/2006	< 0,000082	0,00260 ± 0,00014
	06/00012	02/01/2006	03/01/2006	< 0,000087	0,00280 ± 0,00015
	06/00029	03/01/2006	04/01/2006	< 0,000083	0,00230 ± 0,00014
	06/00030	04/01/2006	05/01/2006	0,000180 ± 0,000045	0,00280 ± 0,00014
	06/00031	05/01/2006	06/01/2006	0,000130 ± 0,000042	0,00220 ± 0,00011
	06/00032	06/01/2006	07/01/2006	0,000130 ± 0,000043	0,00250 ± 0,00013
	06/00033	07/01/2006	08/01/2006	0,000130 ± 0,000039	0,00320 ± 0,00013
	06/00034	08/01/2006	09/01/2006	0,000200 ± 0,000052	0,00380 ± 0,00015
	06/00035	09/01/2006	10/01/2006	0,000120 ± 0,000032	0,00200 ± 0,00012
	06/00131	10/01/2006	11/01/2006	0,000180 ± 0,000043	0,00370 ± 0,00015
	06/00132	11/01/2006	12/01/2006	0,000160 ± 0,000045	0,00310 ± 0,00016
	06/00133	12/01/2006	13/01/2006	0,000280 ± 0,000062	0,00410 ± 0,00016
	06/00134	13/01/2006	14/01/2006	0,000160 ± 0,000054	0,00300 ± 0,00015
	06/00135	14/01/2006	15/01/2006	0,000190 ± 0,000044	0,00330 ± 0,00013
	06/00136	15/01/2006	16/01/2006	0,000160 ± 0,000043	0,00300 ± 0,00012
	06/00137	16/01/2006	17/01/2006	0,000120 ± 0,000042	0,00320 ± 0,00016
	06/00138	17/01/2006	18/01/2006	0,000150 ± 0,000041	0,00340 ± 0,00014
	06/00157	18/01/2006	19/01/2006	< 0,000075	0,00260 ± 0,00013
	06/00158	19/01/2006	20/01/2006	0,000180 ± 0,000038	0,00380 ± 0,00015
	06/00159	20/01/2006	21/01/2006	0,000230 ± 0,000048	0,00490 ± 0,00015
	06/00160	21/01/2006	22/01/2006	0,000190 ± 0,000048	0,00430 ± 0,00017
	06/00161	22/01/2006	23/01/2006	< 0,000100	0,00180 ± 0,00013
	06/00162	23/01/2006	24/01/2006	0,000140 ± 0,000046	0,00240 ± 0,00014
	06/00179	24/01/2006	25/01/2006	0,000150 ± 0,000045	0,00240 ± 0,00012
	06/00180	25/01/2006	26/01/2006	0,000180 ± 0,000043	0,00300 ± 0,00012
	06/00181	26/01/2006	27/01/2006	< 0,000068	0,00250 ± 0,00013
	06/00182	27/01/2006	28/01/2006	0,000110 ± 0,000035	0,00250 ± 0,00013
	06/00183	28/01/2006	29/01/2006	< 0,000083	0,00081 ± 0,00011
	06/00184	29/01/2006	30/01/2006	< 0,000077	0,00077 ± 0,00010
06/00185	30/01/2006	31/01/2006	< 0,000070	0,00140 ± 0,00011	
06/00215	31/01/2006	01/02/2006	< 0,000110	0,00079 ± 0,00010	
06/00216	01/02/2006	02/02/2006	< 0,000071	0,00150 ± 0,00012	
06/00217	02/02/2006	03/02/2006	< 0,000087	0,00110 ± 0,00012	
06/00218	03/02/2006	04/02/2006	< 0,000099	0,00120 ± 0,00012	
06/00219	04/02/2006	05/02/2006	< 0,000071	0,00230 ± 0,00012	
06/00220	05/02/2006	06/02/2006	< 0,000120	0,00110 ± 0,00012	
06/00221	06/02/2006	07/02/2006	< 0,000110	0,00140 ± 0,00014	

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

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	α totale Bq/m ³	β totale Bq/m ³
	06/00238	07/02/2006	08/02/2006	< 0,000083	0,00200 ± 0,00012
	06/00239	08/02/2006	09/02/2006	< 0,000067	0,00250 ± 0,00013
	06/00240	09/02/2006	10/02/2006	< 0,000067	0,00170 ± 0,00010
	06/00241	10/02/2006	11/02/2006	< 0,000110	0,00065 ± 0,00010
	06/00242	11/02/2006	12/02/2006	< 0,000070	0,00062 ± 0,00010
	06/00243	12/02/2006	13/02/2006	< 0,000088	0,00085 ± 0,00012
	06/00244	13/02/2006	14/02/2006	< 0,000086	0,00160 ± 0,00013
	06/00261	14/02/2006	15/02/2006	0,000180 ± 0,000041	0,00230 ± 0,00012
	06/00262	15/02/2006	16/02/2006	0,000210 ± 0,000042	0,00280 ± 0,00014
	06/00263	16/02/2006	17/02/2006	0,000110 ± 0,000036	0,00200 ± 0,00012
	06/00264	17/02/2006	18/02/2006	< 0,000055	0,00086 ± 0,00010
	06/00265	18/02/2006	19/02/2006	< 0,000044	0,00120 ± 0,00011
	06/00266	19/02/2006	20/02/2006	< 0,000066	0,00034 ± 0,00009
	06/00267	20/02/2006	21/02/2006	< 0,000059	0,00061 ± 0,00009
	06/00292	21/02/2006	22/03/2006	0,000073 ± 0,000027	0,00100 ± 0,00010
	06/00293	22/02/2006	23/02/2006	< 0,000064	0,00047 ± 0,00010
	06/00294	23/02/2006	24/02/2006	< 0,000055	0,00056 ± 0,00010
	06/00295	24/02/2006	25/02/2006	< 0,000044	0,00035 ± 0,00009
	06/00296	25/02/2006	26/02/2006	< 0,000066	0,00038 ± 0,00009
	06/00297	26/02/2006	27/02/2006	< 0,000057	0,00083 ± 0,00009
	06/00298	27/02/2006	28/02/2006	< 0,000040	0,00074 ± 0,00010
	06/00299	28/02/2006	01/03/2006	< 0,000086	0,00100 ± 0,00011
	06/00314	01/03/2006	02/03/2006	< 0,000053	0,00140 ± 0,00011
	06/00315	02/03/2006	03/03/2006	0,000120 ± 0,000035	0,00130 ± 0,00010
	06/00316	03/03/2006	04/03/2006	< 0,000053	0,00140 ± 0,00011
	06/00317	04/03/2006	05/03/2006	0,000089 ± 0,000036	0,00140 ± 0,00011
	06/00318	05/03/2006	06/03/2006	< 0,000046	0,00062 ± 0,00011
	06/00356	06/03/2006	07/03/2006	< 0,000062	0,00039 ± 0,00008
	06/00357	07/03/2006	08/03/2006	< 0,000057	0,00050 ± 0,00009
	06/00358	08/03/2006	09/03/2006	< 0,000041	0,00100 ± 0,00010
	06/00359	09/03/2006	10/03/2006	< 0,000070	0,00095 ± 0,00012
	06/00360	10/03/2006	11/03/2006	< 0,000087	0,00045 ± 0,00010
	06/00361	11/03/2006	12/03/2006	< 0,000052	0,00040 ± 0,00008
	06/00362	12/03/2006	13/03/2006	< 0,000050	0,00088 ± 0,00009
	06/00363	13/03/2006	14/03/2006	< 0,000058	0,00086 ± 0,00010
	06/00397	14/03/2006	15/03/2006	< 0,000087	0,00100 ± 0,00011
	06/00398	15/03/2006	16/03/2006	< 0,000052	0,00140 ± 0,00011
	06/00399	16/03/2006	17/03/2006	0,000110 ± 0,000036	0,00140 ± 0,00010
	06/00400	17/03/2006	18/03/2006	0,000130 ± 0,000038	0,00210 ± 0,00013
	06/00401	18/03/2006	19/03/2006	< 0,000055	0,00180 ± 0,00013
	06/00402	19/03/2006	20/03/2006	< 0,000200	0,00160 ± 0,00043
	06/00420	21/03/2006	22/03/2006	0,000150 ± 0,000047	0,00210 ± 0,00013
	06/00421	22/03/2006	23/03/2006	< 0,000054	0,00140 ± 0,00011
	06/00422	23/03/2006	24/03/2006	< 0,000068	0,00100 ± 0,00009
	06/00423	24/03/2006	25/03/2006	< 0,000051	0,00094 ± 0,00009
	06/00424	25/03/2006	26/03/2006	< 0,000061	0,00049 ± 0,00010
	06/00425	26/03/2006	27/03/2006	< 0,000049	0,00042 ± 0,00010
	06/00426	27/03/2006	28/03/2006	< 0,000056	0,00043 ± 0,00009
	06/00445	28/03/2006	29/03/2006	< 0,000053	0,00036 ± 0,00009
	06/00446	29/03/2006	30/03/2006	< 0,000100	< 0,00017
	06/00447	30/03/2006	31/03/2006	< 0,000070	0,00040 ± 0,00009
	06/00448	31/03/2006	01/04/2006	< 0,000061	0,00047 ± 0,00008
	06/00449	01/04/2006	02/04/2006	< 0,000065	0,00079 ± 0,00009
	06/00450	02/04/2006	03/04/2006	< 0,000064	0,00060 ± 0,00011
	06/00451	03/04/2006	04/04/2006	< 0,000058	0,00047 ± 0,00010
	06/00476	05/04/2006	06/04/2006	< 0,000054	0,00073 ± 0,00009

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

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	α totale Bq/m ³	β totale Bq/m ³
	06/00477	06/04/2006	07/04/2006	< 0,000045	0,00035 ± 0,00009
	06/00478	07/04/2006	08/04/2006	< 0,000340	< 0,00091
	06/00479	08/04/2006	09/04/2006	< 0,000100	0,00096 ± 0,00012
	06/00480	09/04/2006	10/04/2006	< 0,000070	0,00170 ± 0,00012
	06/00481	10/04/2006	11/04/2006	< 0,000067	0,00074 ± 0,00010
	06/00482	11/04/2006	12/04/2006	< 0,000066	0,00028 ± 0,00009
	06/00494	12/04/2006	13/04/2006	< 0,000061	0,00049 ± 0,00010
	06/00495	13/04/2006	14/04/2006	< 0,000057	0,00044 ± 0,00010
	06/00496	14/04/2006	15/04/2006	< 0,000120	0,00063 ± 0,00023
	06/00497	15/04/2006	16/04/2006	< 0,000055	0,00087 ± 0,00010
	06/00508	19/04/2006	20/04/2006	< 0,000120	0,00084 ± 0,00013
	06/00509	20/04/2006	21/04/2006	< 0,000070	0,00100 ± 0,00010
	06/00510	21/04/2006	22/04/2006	< 0,000062	0,00090 ± 0,00009
	06/00511	22/04/2006	23/04/2006	< 0,000066	0,00110 ± 0,00010
	06/00512	23/04/2006	24/04/2006	< 0,000062	0,00095 ± 0,00011
	06/00513	24/04/2006	25/04/2006	< 0,000058	0,00140 ± 0,00013
	06/00514	25/04/2006	26/04/2006	0,000076 ± 0,000030	0,00130 ± 0,00010
	06/00594	26/04/2006	27/04/2006	0,000120 ± 0,000038	0,00140 ± 0,00011
	06/00595	27/04/2006	28/04/2006	< 0,000046	0,00091 ± 0,00010
	06/00596	28/04/2006	29/04/2006	< 0,000059	0,00045 ± 0,00010
	06/00597	29/04/2006	30/04/2006	< 0,000082	0,00045 ± 0,00011
	06/00598	30/04/2006	01/05/2006	< 0,000066	0,00033 ± 0,00009
	06/00599	01/05/2006	02/05/2006	< 0,000070	0,00068 ± 0,00009
	06/00600	02/05/2006	03/05/2006	< 0,000051	0,00110 ± 0,00010
	06/00620	03/05/2006	04/05/2006	0,000087 ± 0,000032	0,00160 ± 0,00013
	06/00621	04/05/2006	05/05/2006	< 0,000058	0,00170 ± 0,00012
	06/00622	05/05/2006	06/05/2006	< 0,000077	0,00200 ± 0,00012
	06/00623	06/05/2006	07/05/2006	< 0,000063	0,00200 ± 0,00012
	06/00624	07/05/2006	08/05/2006	< 0,000078	0,00210 ± 0,00013
	06/00625	08/05/2006	09/05/2006	< 0,000076	0,00140 ± 0,00014
	06/00643	09/05/2006	10/05/2006	< 0,000080	0,00086 ± 0,00011
	06/00644	10/05/2006	11/05/2006	< 0,000066	0,00060 ± 0,00009
	06/00645	11/05/2006	12/05/2006	< 0,000070	0,00092 ± 0,00008
	06/00646	12/05/2006	13/05/2006	< 0,000051	0,00130 ± 0,00010
	06/00647	13/05/2006	14/05/2006	< 0,000082	0,00096 ± 0,00012
	06/00648	14/05/2006	15/05/2006	< 0,000068	0,00110 ± 0,00011
	06/00649	15/05/2006	16/05/2006	< 0,000071	0,00110 ± 0,00010
	06/00668	16/05/2006	17/05/2006	< 0,000080	0,00140 ± 0,00013
	06/00669	17/05/2006	18/05/2006	< 0,000068	0,00170 ± 0,00012
	06/00670	18/05/2006	19/05/2006	< 0,000071	0,00180 ± 0,00011
	06/00671	19/05/2006	20/05/2006	< 0,000078	0,00140 ± 0,00011
	06/00672	20/05/2006	21/05/2006	< 0,000052	0,00079 ± 0,00010
	06/00673	21/05/2006	22/05/2006	< 0,000061	0,00084 ± 0,00010
	06/00674	22/05/2006	23/05/2006	< 0,000055	0,00160 ± 0,00011
	06/00675	23/05/2006	24/05/2006	< 0,000058	0,00140 ± 0,00013
	06/00719	24/05/2006	25/05/2006	< 0,000057	0,00097 ± 0,00012
	06/00720	25/05/2006	26/05/2006	< 0,000061	0,00130 ± 0,00012
	06/00721	26/05/2006	27/05/2006	< 0,000051	0,00150 ± 0,00012
	06/00722	27/05/2006	28/05/2006	< 0,000110	0,00150 ± 0,00017
	06/00723	29/05/2006	30/05/2006	< 0,000060	0,00110 ± 0,00012
	06/00738	30/05/2006	31/05/2006	< 0,000068	0,00042 ± 0,00009
	06/00739	31/05/2006	01/06/2006	< 0,000051	0,00062 ± 0,00011
	06/00740	01/06/2006	02/06/2006	< 0,000061	0,00043 ± 0,00012
	06/00741	02/06/2006	03/06/2006	< 0,000054	0,00055 ± 0,00012
	06/00742	03/06/2006	04/06/2006	< 0,000053	0,00069 ± 0,00011
	06/00743	04/06/2006	05/06/2006	< 0,000061	0,00078 ± 0,00011

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

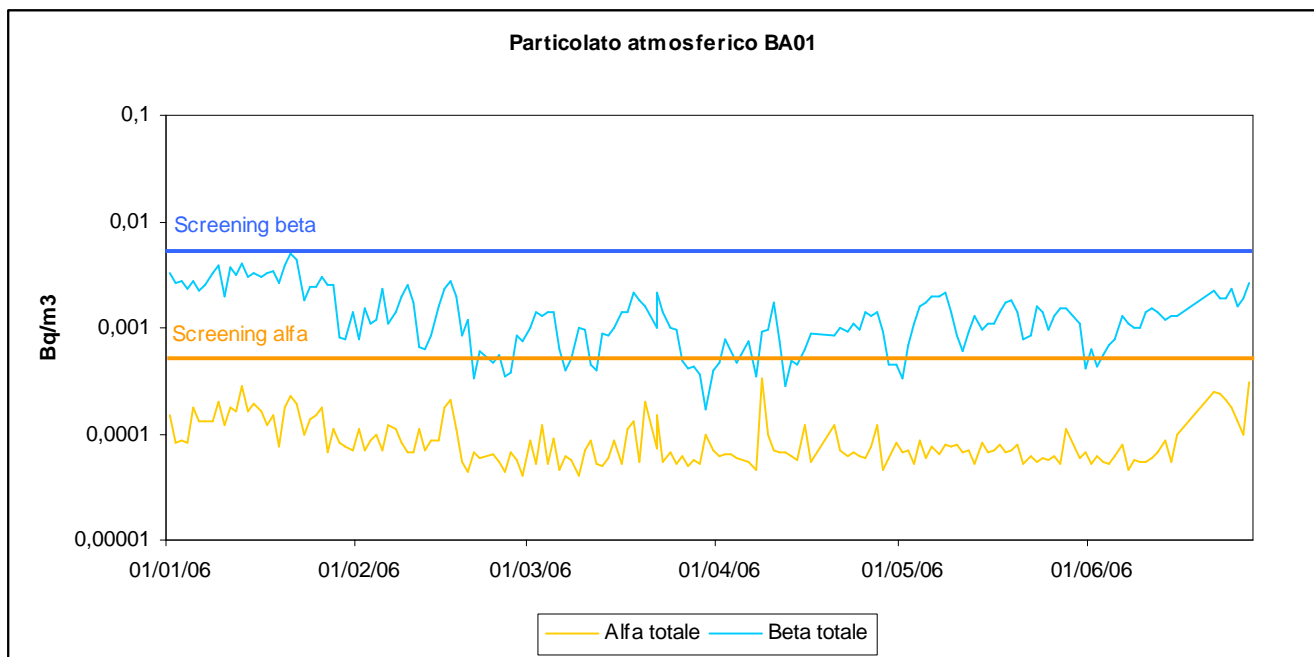
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari

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

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	α totale Bq/m ³	β totale Bq/m ³
	06/00744	05/06/2006	06/06/2006	< 0,000080	0,00130 ± 0,00014
	06/00758	06/06/2006	07/06/2006	< 0,000045	0,00110 ± 0,00012
	06/00759	07/06/2006	08/06/2006	< 0,000057	0,00100 ± 0,00012
	06/00760	08/06/2006	09/06/2006	< 0,000055	0,00099 ± 0,00013
	06/00761	09/06/2006	10/06/2006	< 0,000054	0,00140 ± 0,00013
	06/00762	10/06/2006	11/06/2006	< 0,000058	0,00150 ± 0,00012
	06/00763	11/06/2006	12/06/2006	< 0,000066	0,00140 ± 0,00013
	06/00764	12/06/2006	13/06/2006	0,000088 ± 0,000033	0,00120 ± 0,00013
	06/00788	13/06/2006	14/06/2006	< 0,000055	0,00130 ± 0,00013
	06/00789	14/06/2006	15/06/2006	0,000100 ± 0,000040	0,00130 ± 0,00013
	06/00807	20/06/2006	21/06/2006	0,000250 ± 0,000055	0,00220 ± 0,00013
	06/00808	21/06/2006	22/06/2006	0,000240 ± 0,000050	0,00190 ± 0,00013
	06/00809	22/06/2006	23/06/2006	0,000210 ± 0,000050	0,00190 ± 0,00011
	06/00810	23/06/2006	24/06/2006	0,000180 ± 0,000043	0,00230 ± 0,00014
	06/00811	24/06/2006	25/06/2006	0,000130 ± 0,000035	0,00160 ± 0,00011
	06/00812	25/06/2006	26/06/2006	0,000100 ± 0,000038	0,00190 ± 0,00013
	06/00813	26/06/2006	27/06/2006	0,000310 ± 0,000056	0,00260 ± 0,00013
S				0,0005	0,005

Figura 12.1 Andamento delle misure di screening sui campioni di particolato atmosferico.



Nella tabella seguente sono riportati per completezza i dati relativi alle misure di spettrometria gamma effettuate sui campioni compositi settimanali di particolato atmosferico (per Be-7 non è definibile un *valore soglia* essendo un radionuclide naturale).

Tabella 12.4 Risultati delle misure sui campioni compositi settimanali di particolato atmosferico.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m ³	I-131 Bq/m ³	Be-7 Bq/m ³
BA01	06/00013	27/12/2005	03/01/2006	< 0,000084	< 0,00140	0,00210 ± 0,00080
	06/00036	03/01/2006	10/01/2006	< 0,000110	< 0,00098	0,00260 ± 0,00120
	06/00139	10/01/2006	17/01/2006	< 0,000064	< 0,00042	0,00420 ± 0,00088
	06/00163	17/01/2006	24/01/2006	< 0,000076	< 0,00070	0,00420 ± 0,00097
	06/00186	24/01/2006	31/01/2006	< 0,000074	< 0,00056	0,00380 ± 0,00100
	06/00222	31/01/2006	07/02/2006	< 0,000053	< 0,00053	0,00360 ± 0,00124
	06/00245	07/02/2006	14/02/2006	< 0,000073	< 0,00096	0,00600 ± 0,00121
	06/00268	14/02/2006	21/02/2006	< 0,000097	< 0,00110	< 0,00140
	06/00300	21/02/2006	28/02/2006	< 0,000079	< 0,00100	< 0,00093
	06/00319	28/02/2006	07/03/2006	< 0,000093	< 0,00047	0,00330 ± 0,00089
	06/00364	07/03/2006	14/03/2006	< 0,000039	< 0,00054	0,00480 ± 0,00086
	06/00403	14/03/2006	21/03/2006	< 0,000110	< 0,00006	0,00370 ± 0,00096
	06/00427	21/03/2006	28/03/2006	< 0,000084	< 0,00019	0,00220 ± 0,00059
	06/00452	28/03/2006	04/04/2006	< 0,000041	< 0,00150	0,00350 ± 0,00123
	06/00483	04/04/2006	11/04/2006	< 0,000110	< 0,00089	0,00340 ± 0,00105
	06/00499	11/04/2006	18/04/2006	< 0,000130	< 0,00063	0,00530 ± 0,00186
	06/00515	18/04/2006	25/04/2006	< 0,000042	< 0,00038	0,00440 ± 0,00141
	06/00601	25/04/2006	02/05/2006	< 0,000082	< 0,00057	0,00420 ± 0,00101
	06/00626	02/05/2006	09/05/2006	< 0,000097	< 0,00042	0,00910 ± 0,00118
	06/00650	09/05/2006	16/05/2006	< 0,000100	< 0,00063	0,00820 ± 0,00123
06/00676	16/05/2006	23/05/2006	< 0,000066	< 0,00085	0,00990 ± 0,00188	
06/00724	23/05/2006	30/05/2006	< 0,000130	< 0,00130	0,00810 ± 0,00122	
06/00745	30/05/2006	06/06/2006	< 0,000093	< 0,00053	0,00610 ± 0,00122	
06/00765	06/06/2006	13/06/2006	< 0,000086	< 0,00086	0,00510 ± 0,00112	
06/00790	13/06/2006	20/06/2006	< 0,000270	< 0,00067	< 0,00470	
06/00814	20/06/2006	27/06/2006	< 0,000068	< 0,00100	0,00870 ± 0,00148	
R_{non} rilevanza				0,3	0,073	-

Nel **fall out** le concentrazioni misurate degli isotopi dell'uranio non evidenziano alterazioni dei rapporti isotopici: sono attribuibili all'uranio naturale e non direttamente riconducibili alle attività dell'impianto.

Tabella 12.5 Risultati delle misure effettuate sul fall-out.

Numero campione	Periodo	Cs-134 Bq/m ² /giorno	Cs-137 Bq/m ² /giorno	U-234 Bq/m ² /giorno	U-235 Bq/m ² /giorno	U-238 Bq/m ² /giorno
00815/06	14/11/2005 27/06/2006	< 0,0011	< 0,0016	0,0012 ± 0,0002	0,000064 ± 0,000018	0,00115 ± 0,00011

Controlli di Ente Terzo

La normativa internazionale fissa i limiti per la contaminazione trasferibile e per il rateo di dose, sia per l'imballaggio pieno che per il veicolo di trasporto, così come riassunto in tabella 12.6.

Tabella 12.6 Requisiti per il trasporto

Grandezza	Limite sulla superficie dell'imballaggio	Limite a 1 m dalla superficie dell'imballaggio	Limite a 2 m dalla superficie verticale del veicolo di trasporto
Contaminazione trasferibile alfa	0,4 Bq/cm ²	-	-
Contaminazione trasferibile beta	4 Bq/cm ²	-	-
Rateo di dose	2 mSv/h	0,1 mSv/h	0,1 mSv/h

Le misure eseguite hanno consentito di verificare l'ampio rispetto di tali limiti.

Nelle tabelle 12.6 e 12.7 sono riportati i valori massimi di contaminazione trasferibile e di rateo di dose gamma H*(10) riscontrati nel corso delle operazioni di trasporto.

Tabella 12.6 Valori massimi di contaminazione trasferibile alfa e beta e di rateo di dose ambientale H*(10) riscontrati sugli imballaggi.

Trasporto	Contaminazione trasferibile alfa (Bq/cm ²)	Contaminazione trasferibile beta (Bq/cm ²)	Rateo di dose ambientale H*(10) a 1 metro (mSv/h)
1° trasporto	0,004	0,002	0,010
2° trasporto	0,003	0,002	0,0016
3° trasporto	0,005	0,002	0,001
Valore limite	0,4 Bq/cm²	4 Bq/cm²	0,1 mSv/h

Tabella 12.7 Valori massimi di rateo di dose ambientale H*(10) riscontrati intorno ai veicoli di trasporto.

Trasporto	Rateo di dose ambientale H*(10) a 2 m (mSv/h)
1° trasporto	0,0016
2° trasporto	0,001
3° trasporto	0,001
Valore limite	0,1 mSv/h

13. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

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

Tabella 13.1 Stima dell'equivalente di dose efficace.

Via critica	Matrice	Dose μ Sv/anno
Ingestione	acqua potabile	2,2
	acqua superficiale	3,0
	coltivazioni locali	1,3
Totale		6,5
Limite non rilevanza radiologica		10
Limite di dose efficace		1000

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.

Tabella 13.2 Stima della concentrazione media di uranio nell'acqua potabile.

Matrice	Concentrazione μ g/l
Acqua potabile	2,2
Limite OMS	15

Tabella 13.3 Stima del rateo medio di introduzione di uranio.

Via critica	Matrice	TDI µg/(kg giorno)
Ingestione	acqua superficiale	0,16
	coltivazioni locali	0,07
Totale		0,23
Limite OMS		0,60

Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo riportate ai paragrafi 5 e 6.

14. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi dei dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2006 permette di affermare che lo stato radiologico dell'ambiente circostante il sito di Bosco Marengo è buono e non presenta alcuna criticità. In particolare si possono formulare le seguenti considerazioni:

- nell'acqua potabile e di falda superficiale non è mai stata riscontrata la presenza di uranio in quantità anomale;
- nell'acqua potabile il rispetto dei *valori di screening* per l'attività alfa totale e beta totale, fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, garantisce il contestuale rispetto dei limiti fissati dal D. Lgs 31/2001;
- la contaminazione da uranio dei suoli è compatibile con i valori riscontrabili in altre zone della provincia e della regione e consente di escludere qualsiasi contributo attribuibile alle attività dell'impianto;
- nei prodotti di coltura non sono state riscontrate tracce di uranio;
- la presenza di uranio nei sedimenti del Rio Lovassina, sia a monte che a valle degli scarichi, è compatibile con i valori riscontrabili in altre zone della provincia e della regione;
- Il calcolo della dose ai gruppi critici della popolazione ha confermato che non sono stati superati il limite di 1 mSv/anno per gli individui del gruppo critico, ed in particolare il limite di non rilevanza radiologica di 10µSv/anno, ed i limiti indicati



dall'Organizzazione Mondiale della Sanità per la tossicità chimica, come suggerito dal rispetto dei livelli di riferimento adottati.

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