

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

**MISURE DI CONTAMINAZIONE AMBIENTALE PRESSO L'IMPIANTO EUREX
CORRELATE ALLA PRESENZA DI ACQUA CONTAMINATA NELL'INTERCAPEDINE
DELLA PISCINA DI STOCCAGGIO DEL COMBUSTIBILE IRRAGGIATO.**

Aggiornamento II trimestre 2006.

Relazione tecnica n. 16/SS21.02/2006

Redazione	Funzione: Responsabile SS21.02	Data: 07/08/2006	Firma:
	Nome: Laura Porzio		
Verifica	Funzione: Responsabile SS21.02	Data: 07/08/2006	Firma:
	Nome: Laura Porzio		
Approvazione	Funzione: Responsabile SC21	Data: 09/08/2006	Firma:
	Nome: Giovanni d'Amore		



INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DEGLI EVENTI	3
3. CONTROLLI EFFETTUATI	4
4. STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA	7
5. METODOLOGIA DI MISURA	7
6. RISULTATI ANALITICI	8
Caratterizzazione radiometrica dei contaminanti	8
Acqua di falda superficiale	10
7. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE	14
8. VALUTAZIONI CONCLUSIVE	17

1. PREMESSA

Questa relazione tecnica è stata redatta ad integrazione delle precedenti relativamente alla nota predisposta in data 10/06/2004 dal Direttore dell'impianto EUREX-SO.G.I.N. in merito alla presenza di acqua contaminata nell'intercapedine della piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato.

Nella presente relazione è riportata una breve descrizione degli eventi e delle azioni conseguentemente intraprese, nonché i risultati delle analisi effettuate sui campioni prelevati presso l'impianto EUREX, relativamente al II trimestre 2006, al fine di evidenziare tempestivamente un eventuale impatto ambientale correlato all'anomalia sopra citata.

Le strategie di monitoraggio e controllo messe in atto da Arpa Piemonte sono concordate e condivise con Apat.

2. DESCRIZIONE DEGLI EVENTI

A partire dalla segnalazione della presenza di acqua contaminata nell'intercapedine della piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato Arpa Piemonte, su richiesta del Sig. Prefetto di Vercelli e d'intesa con Apat, a complemento delle attività di monitoraggio ordinario del Compensorio nucleare di Saluggia ha messo immediatamente in atto un monitoraggio ambientale straordinario al fine di avere una adeguata e tempestiva informazione in merito all'impatto radiologico prodotto dalla situazione anomala segnalata. SO.G.I.N., sotto la supervisione di Apat ed in accordo con Arpa Piemonte, ha provveduto a mettere in atto le seguenti azioni:

- aspirazione dell'acqua presente nell'intercapedine per mezzo di pompe e reimmissione della stessa, previa caratterizzazione, nella piscina di stoccaggio;
- predisposizione di 2 pozzi – SP37 e SP38 (Figura 3.1) – a valle dell'edificio piscina rispetto alla direzione di deflusso dell'acqua di falda superficiale al fine di evidenziare la presenza di eventuale contaminazione nell'acqua di falda superficiale; tali pozzi sono stati disponibili al campionamento a partire da fine giugno 2004;

- effettuazione di carotaggi a sondaggio continuo intorno all'edificio piscina al fine di evidenziare la presenza di eventuale contaminazione radioattiva negli strati di suolo a diverse profondità; sono state eseguite in tutto 3 campagne di carotaggi, una nel luglio 2004, una nell'ottobre 2004 ed una nel novembre 2005; in occasione di quella del novembre 2005 l'Esercente, a seguito dei risultati di uno studio geologico di approfondimento, ha predisposto altri due pozzi, SPA e SPB (Figura 3.1), a ridosso dell'edificio piscina, che sono stati resi disponibili al campionamento a partire dal febbraio 2006.

3. CONTROLLI EFFETTUATI

Arpa Piemonte gestisce una rete di monitoraggio radiologico ambientale del Comprensorio nucleare di Saluggia all'interno della quale sono inseriti 4 punti di prelievo di acqua potabile di rete – tra cui il campo pozzi di Cascina Giarrea dell'Acquedotto del Monferrato – e 4 punti di prelievo di acqua di falda superficiale, 2 dei quali sono pozzi piezometrici interni al sito EUREX (SP18 e SP19). I campionamenti vengono eseguiti con periodicità trimestrale.

Per il monitoraggio straordinario, nell'immediato, sono state scelte le seguenti strategie di controllo:

- aumentare la frequenza di campionamento dei piezometri preesistenti SP18 e SP19, storicamente controllati, portandola da trimestrale a mensile;
- effettuare con cadenza settimanale il campionamento dei due pozzi scavati ad hoc dall'Esercente, uno con pescaggio 8-10 m (SP37) ed uno con pescaggio 18-20 m (SP38) posti alla distanza di circa 35 metri dall'edificio piscina (Figura 3.1);
- effettuare le misure sui campioni di suolo derivanti dai carotaggi effettuati dall'Esercente intorno all'edificio piscina.

Successivamente, caratterizzata la situazione iniziale, la periodicità di campionamento dei pozzi SP37 e SP38 è divenuta quindicinale, come quella dei pozzi SPA e SPB di più recente realizzazione.

Nel corso del II trimestre 2006 sono proseguiti i controlli sull'acqua di falda superficiale prelevata dai piezometri SP18 e SP19 e dai pozzi SP37, SP38, SPA e SPB.

La periodicità di campionamento e le indagini eseguite sono riportate in Tabella 3.1; l'ubicazione dei punti di prelievo è riportata in Figura 3.1. I campioni di acqua di falda superficiale dei pozzi sono prelevati con frequenza quindicinale ma a settimane alterne, una settimana SP37 - SP38 ed una settimana SPA - SPB, così da avere comunque un'informazione uniformemente distribuita nel tempo. Per ogni coppia di campioni viene preparato un campione composito su cui sono effettuate le analisi.

Punto di prelievo	Frequenza di campionamento	Trattamento	Analisi	Frequenza di analisi
SP37 - SP38 SPA - SPB	quindicinale	evaporazione	α totale, β totale	quindicinale
		concentrazione su resina	spettrometria γ	
		radiochimico	Sr-90	composito trimestrale
		radiochimico	Pu (se necessario)	composito trimestrale
SP18 SP19	mensile	evaporazione	α totale, β totale	mensile
		concentrazione su resina	spettrometria γ	
		radiochimico	Sr-90	composito annuale
		radiochimico	Pu (se necessario)	composito annuale

Tabella 3.1 Programma di campionamento attualmente in vigore.

Complessivamente il numero di campioni prelevati e le misure eseguite dal 2004 al II trimestre 2006 sono riassunti in Tabella 3.2.

Matrice	Numero campioni	Misure alfa e beta totale	Misure di spettrometria gamma	Misure radiochimiche
Acqua di falda superficiale	226	164	216	32
Suolo da carotaggio	152	-	152	-

Tabella 3.2 Campioni prelevati e misure effettuate dal 2004 al II semestre 2006 nell'ambito del monitoraggio straordinario.

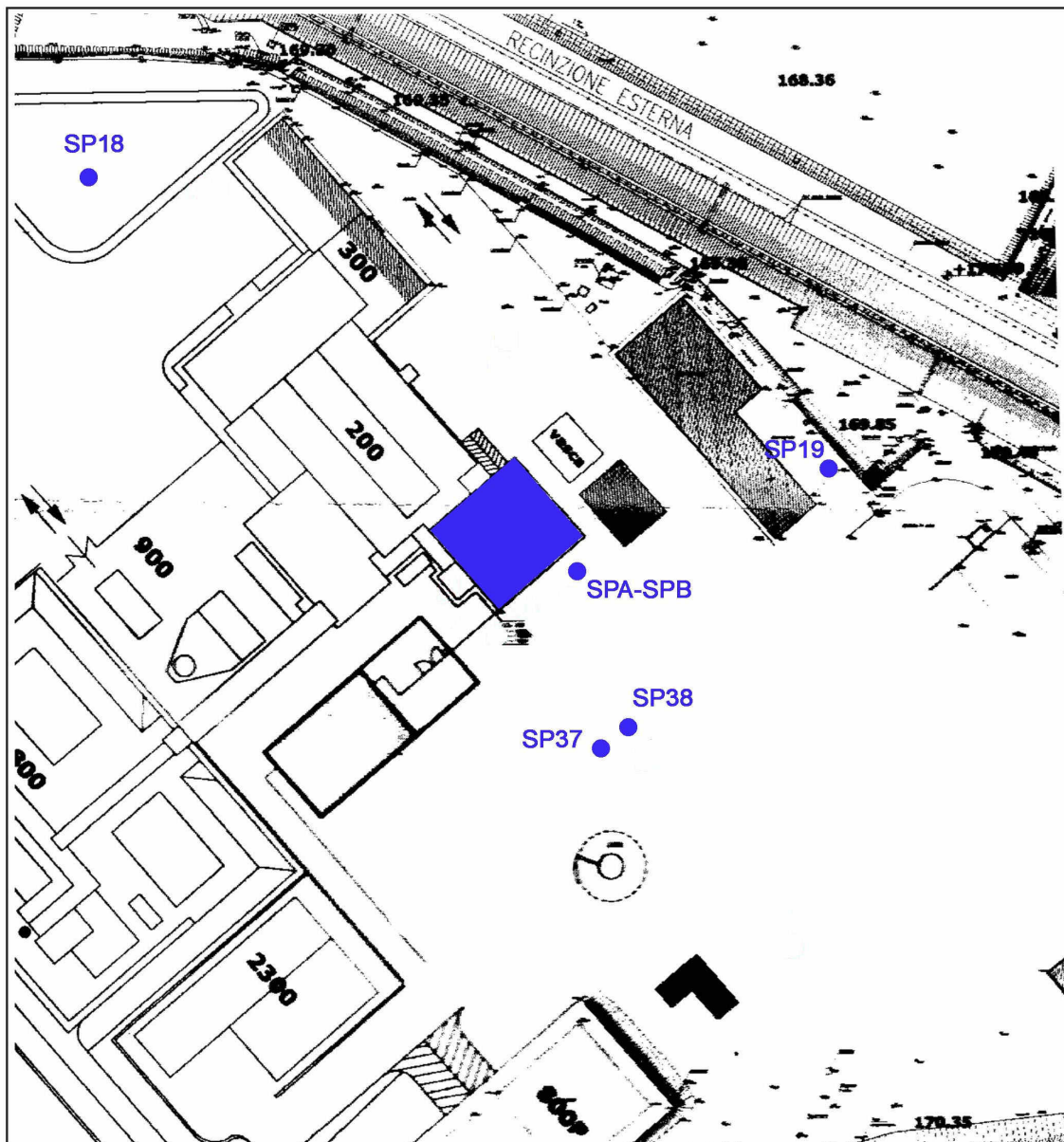


Figura 3.1 Posizione dei punti di campionamento dell'acqua di falda superficiale. I pozzi SP37 – SP38 sono posti a circa 35 m dall'edificio piscina (evidenziato in figura).

4. STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA

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

- Catena spettrometrica gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo p o n e software di elaborazione "Gamma Vision - versione 6.0 " della EG&G Ortec;
- Catena spettrometrica alfa con rivelatori al silicio a barriera superficiale e software di elaborazione "Alpha Vision - versione 5.32 " della EG&G Ortec;
- Contatore a scintillazione liquida Wallac mod. Winspectral 1414;
- Contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770.

5. METODOLOGIA DI MISURA

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

- U.T.M038: "Ricerca di radionuclidi mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione" – metodo interno accreditato Sinal.
- U.RP.M753: "Determinazione di Americio, Plutonio, Uranio in acqua" – Eichrom Technologies, Inc. ACW03 rev. 2.1 Americium, Plutonium and Uranium in Water – metodo esterno non normalizzato non accreditato Sinal.
- U.RP.M755: "Determinazione di H-3 in acqua" – 3H-04-RC, Vol. 1 HASL-300, 28th edition Rev.0-February 1997 Tritium in water-liquid scintillation counting – metodo esterno non normalizzato non accreditato Sinal.
- U.RP.M756: "Determinazione di Sr-89 e Sr-90 in acqua" – Eichrom technologies, Inc. SWR01 rev. 1.4. – metodo esterno non normalizzato non accreditato Sinal.
- 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 non accreditato Sinal.

6. RISULTATI ANALITICI

Caratterizzazione radiometrica dei contaminanti

Al fine di possedere informazioni di dettaglio sulla tipologia dei possibili contaminanti è stata effettuata una caratterizzazione radiometrica completa su un campione di acqua della piscina di stoccaggio e su un campione dell'acqua presente nell'intercapedine. I risultati ottenuti – pur nella limitazione dovuta a singoli campioni puntuali, che non permettono un'esauriente grado di conoscenza del sistema piscina/intercapedine – consentono di formulare alcune considerazioni di massima sulla composizione isotopica della eventuale contaminazione dell'acqua di falda superficiale.

Parametro	Acqua di piscina camp. 05/00997 Bq/l	Acqua di intercapedine camp. 05/00998 Bq/l
H-3	2,5E+03 ± 1,3E+02	3,5E+03 ± 1,7E+02
Cs-137	3,7E+03 ± 1,5E+02	9,8E+01 ± 4,5E+00
Co-60	< 2,2E-01	< 1,1E-01
Sr-90	2,6E+03 ± 2,9E+02	2,6E+02 ± 3,1E+01
Am-241	7,9E+01 ± 7,1E+00	4,3E+00 ± 1,2E+00
Pu-238	6,9E+00 ± 5,0E-01	1,6E-01 ± 7,5E-02
Pu-239/240	3,1E+01 ± 1,7E+00	5,4E-01 ± 1,2E-01
U-234	1,3E-01 ± 5,5E-02	6,1E-02 ± 3,5E-02
U-235	< 6,5E-02	< 5,6E-02
U-238	1,2E-01 ± 5,3E-02	6,6E-02 ± 3,6E-02

Tabella 6.1 Risultati delle misure effettuate sui campioni di acqua della piscina di stoccaggio degli elementi di combustibile e di acqua proveniente dall'intercapedine.

L'analisi dei dati a disposizione permette di formulare le seguenti considerazioni:

- i contaminanti maggiormente rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico sono Cs-137 e Sr-90 per quanto riguarda i prodotti di fissione, e Am-241, Pu-238 e Pu-239/240, per quanto riguarda gli elementi transuranici; sono assenti prodotti di attivazione (Co-60);
- la contaminazione dell'acqua presente nell'intercapedine risulta significativamente inferiore a quella dell'acqua della piscina (Tabella 6.1), ed inoltre le composizioni

- isotopiche sono significativamente differenti (Tabella 6.2), per effetto dell'azione "filtrante" delle pareti di calcestruzzo che costituiscono la struttura della piscina;
- le concentrazioni di H-3 non variano in maniera significativa – le variazioni osservate dipendono dal normale andamento delle concentrazioni di questo contaminante nell'acqua della piscina.

Parametro	Acqua di piscina camp. 05/00997	Acqua di intercapedine camp. 05/00998
Cs-137	58% ± 2%	27% ± 1%
Co-60	< 0,003%	< 0,03%
Sr-90	41% ± 5%	72% ± 9%
Am-241	1,2% ± 0,1%	1,2% ± 0,3%
Pu-238	0,11% ± 0,01%	0,044% ± 0,021%
Pu-239/240	0,48% ± 0,03%	0,15% ± 0,03%
U-234	0,0020% ± 0,0009%	0,017% ± 0,01%
U-235	< 0,0010%	< 0,015%
U-238	0,0019% ± 0,0008%	0,018% ± 0,01%

Tabella 6.2 Composizione isotopica – è escluso H-3 – della contaminazione dei campioni di acqua della piscina di stoccaggio degli elementi di combustibile e di acqua proveniente dall'intercapedine.

La composizione isotopica dell'eventuale contaminazione dell'acqua di falda superficiale dovrebbe essere confrontabile a quella dell'acqua presente nell'intercapedine, dal momento che, anche nell'ipotesi che la contaminazione possa provenire direttamente dalla superficie inferiore della piscina, l'azione di "filtraggio" del calcestruzzo sarebbe comunque garantita dalla struttura di contenimento della piscina.

L'analisi dei dati riportati in Tabella 6.2 permette di determinare i radionuclidi di riferimento dell'eventuale contaminazione dell'acqua di falda superficiale:

- Cs-137, prodotto di fissione, e Am-241, elemento transuranico, radionuclidi gamma emittenti facilmente rivelabili: la determinazione di Cs-137 e Am-241 è effettuata su tutti i campioni di acqua di falda superficiale;
- Sr-90, prodotto di fissione beta puro di più difficile rivelabilità: la determinazione di Sr-90 sui campioni di acqua di falda superficiale è infatti eseguita su campioni compositi, come indicato in Tabella 3.1.

Acqua di falda superficiale

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati delle analisi effettuate sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati presso i pozzi SP37 - SP38, SPA - SPB (con frequenza quindicinale) ed i piezometri SP18 e SP19 (con frequenza mensile).

Avendo a disposizione le informazioni riportate al paragrafo precedente si è ritenuto opportuno effettuare una caratterizzazione radiometrica completa dei campioni prelevati nel corso del 2006 presso i pozzi SP37 - SP38, SPA - SPB.

Piezometri SP18 e SP19

Nei piezometri SP18 e SP19 non è stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale correlabile alla perdita di contenimento della piscina di stoccaggio del combustibile: le attività α totale e β totale occasionalmente riscontrate sono attribuibili a radionuclidi naturali, mentre la contaminazione da Sr-90 è attribuibili alle esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '50-'60.

Periodo di riferimento	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	Sr-90 Bq/l
anno 2005	< 2,9E-03	< 3,0E-03	< 1,4E-02	9,7E-04 \pm 3,2E-04

Tabella 6.3 Valori massimi riscontrati nel corso del 2005 sui campioni composti per il piezometro SP18.

Periodo di riferimento	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	Sr-90 Bq/l
anno 2005	< 5,3E-03	< 5,2E-03	< 1,1E-02	< 4,9E-04

Tabella 6.4 Valori massimi riscontrati nel corso del 2005 sui campioni composti per il piezometro SP19.

Campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l
06/00021	09/01/2006	< 1,0 E-01	< 1,9E-01	-	-	-	-
06/00248	09/01/2006	-	-	< 3,4E-03	< 2,9E-03	< 3,6E-03	< 1,4E-02
06/00252	16/02/2006	< 1,2 E-01	< 2,3E-01	< 4,3E-03	< 6,4E-03	< 5,7E-03	< 9,0E-03
06/00349	13/03/2006	< 1,0 E-01	< 1,9E-01	< 1,6E-03	< 1,9E-03	< 2,8E-03	< 1,9E-02
06/00467	10/04/2006	< 8,8E-02	< 2,2E-01	< 2,1E-03	< 5,4E-03	< 3,2E-03	< 1,6E-02
06/00636	15/05/2006	1,2E-01 \pm 4,5E-02	< 2,2E-01	< 3,1E-03	< 2,4E-03	< 2,1E-03	< 2,9E-02
06/00784	19/06/2006	< 7,9E-02	< 2,1E-01	< 3,4E-03	< 5,1E-03	< 3,1E-03	< 1,7E-02

Tabella 6.5 Risultati delle misure effettuate nel corso del 2006 per il piezometro SP18.

Campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l
06/00022	09/01/2006	< 9,4 E-02	< 1,9E-01	-	-	-	-
06/00249	09/01/2006	-	-	< 4,4E-03	< 3,4E-03	< 3,7E-03	< 1,9E-02
06/00251	16/02/2006	< 8,7 E-02	< 2,2E-01	< 4,1E-03	< 3,7E-03	< 2,3E-03	< 2,1E-02
06/00351	13/03/2006	< 8,1 E-02	< 2,1E-01	< 4,4E-03	< 3,3E-03	< 3,6E-03	< 2,5E-02
06/00468	10/04/2006	1,5E-01 \pm 5,7E-02	3,6E-01 \pm 1,2E-01	< 3,2E-03	< 3,6E-03	< 4,0E-03	< 1,6E-02
06/00638	15/05/2006	< 1,0E-01	< 2,0E-01	< 3,2E-03	< 4,7E-03	< 4,2E-03	< 1,3E-02
06/00785	19/06/2006	< 1,1E-01	< 2,2E-01	< 3,4E-03	< 5,3E-03	< 4,6E-03	< 1,7E-02

Tabella 6.6 Risultati delle misure effettuate nel corso del 2006 per il piezometro SP19.

Pozzi SP37 – SP38

Nei pozzi SP37 e SP38 non è stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale correlabile alla perdita di contenimento della piscina di stoccaggio del combustibile: le attività α totale e β totale occasionalmente riscontrate sono attribuibili a radionuclidi naturali, mentre la contaminazione da Sr-90 è attribuibile alle esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '50-'60.

Periodo di riferimento	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	Sr-90 Bq/l
anno 2005	< 5,4E-03	< 4,4E-03	< 1,6E-02	9,8E-04 \pm 2,0E-04

Tabella 6.7 Valori massimi riscontrati nel corso del 2005 sui campioni compositi per il pozzo SP37.

Periodo di riferimento	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	Sr-90 Bq/l
anno 2005	< 5,8E-03	< 4,2E-03	< 1,7E-02	< 8,3E-04

Tabella 6.8 Valori massimi riscontrati nel corso del 2005 sui campioni composti per il pozzo SP38.

Campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l
06/00256	20/02/2006	< 9,0 E-02	< 2,0E-01	< 4,4E-03	< 4,6E-03	< 5,7E-03	< 1,4E-02
06/00309	06/03/2006	< 1,3 E-01	< 2,3E-01	< 1,7E-03	< 2,5E-03	< 1,4E-03	< 6,3E-03
06/00388	20/03/2006	< 9,8 E-02	< 2,0E-01	< 3,9E-03	< 4,8E-03	< 4,0E-03	< 1,1E-02
06/00436	03/04/2006	< 8,1E-02	< 2,2E-01	< 4,3E-03	< 4,7E-03	< 4,2E-03	< 2,4E-02
06/00489	18/04/2006	< 1,0E-01	< 2,1E-01	< 3,2E-03	< 5,2E-03	< 3,6E-03	< 2,0E-02
06/00587	02/05/2006	< 7,5E-02	< 1,7E-01	< 4,1E-03	< 4,2E-03	< 1,4E-03	< 2,6E-02
06/00637	15/05/2006	< 9,0E-02	< 1,8E-01	< 3,1E-03	< 3,9E-03	< 3,5E-03	< 2,0E-02
06/00715	29/05/2006	< 1,0E-01	< 1,8E-01	< 3,1E-03	< 3,6E-03	< 3,3E-03	< 1,9E-02
06/00756	12/06/2006	< 1,2E-01	< 2,2E-01	< 4,7E-03	< 4,2E-03	< 2,8E-03	< 1,9E-02
06/00805	26/06/2006	< 8,0E-02	< 1,8E-01	< 3,9E-03	< 3,5E-03	< 2,3E-03	< 1,2E-02

Tabella 6.9 Risultati delle misure effettuate nel corso del 2006 per i pozzi SP37 – SP38.

Campione	Periodo di riferimento	H-3 Bq/l	Pu-238 Bq/l	Pu-239/240 Bq/l	Sr-90 Bq/l
06/00614	I trimestre 2006	< 1,3E+01	< 1,0E-02	< 1,0E-02	< 5,6E-03
06/020575	II trimestre 2006	< 1,3E+01	< 1,3E-02	< 1,1E-02	< 2,8E-03

Tabella 6.10 Risultati delle misure di caratterizzazione radiometrica dei pozzi SP37 – SP38.

Pozzi SPA – SPB (campione composto quindicinale)

Nei pozzi SPA e SPB è stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale che potrebbe essere correlabile alla perdita di contenimento della piscina di stoccaggio del combustibile: la contaminazione, dovuta esclusivamente a Sr-90, è significativamente superiore a quella attribuibile alle esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '50-'60; la contaminazione da Cs-137 è sempre inferiore alla MAR i cui valori sono compatibili con la composizione isotopica dell'acqua dell'intercapedine; è assente contaminazione da transuranici; le attività α totale e β totale occasionalmente riscontrate sono comunque attribuibili a radionuclidi naturali.

La concentrazione media di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale per l'area di interesse – valutata sulla base dei dati a disposizione per il 2005 dei punti di prelievo SP37, SP38, SP18 e SP19 (Tabella 6.3, Tabella 6.4, Tabella 6.7 e Tabella 6.8) – è pari a 8,2E-04 Bq/l, per cui le concentrazioni di Sr-90 osservate nei pozzi SPA e SPB sono circa di 20 volte superiori alla media.

Campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l
06/00250	16/02/2006	< 7,9 E-02	< 1,7E-01	< 3,2E-03	< 5,4E-03	< 4,6E-03	< 1,6E-02
06/00285	28/02/2006	< 1,0 E-01	4,7E-01 \pm 1,1E-01	< 3,3E-03	< 6,7E-03	< 3,3E-03	< 2,4E-02
06/00350	13/03/2006	< 1,0 E-01	< 1,9E-01	< 2,1E-03	< 2,2E-03	< 1,7E-03	< 1,1E-02
06/00413	27/03/2006	< 9,3E-02	5,0E-01 \pm 1,2E-01	< 3,3E-03	< 3,7E-03	< 2,6E-03	< 1,9E-02
06/00473	11/04/2006	2,5E-01 \pm 5,5E-02	< 2,0E-01	< 4,5E-03	< 5,2E-03	< 3,3E-03	< 2,1E-02
06/00586	02/05/2006	2,0E-01 \pm 6,0E-02	2,8E-01 \pm 1,1E-01	< 4,3E-03	< 4,9E-03	< 3,5E-03	< 1,5E-02
06/00616	08/05/2006	< 9,4E-02	< 1,8E-01	< 3,7E-03	< 1,6E-03	< 4,3E-03	< 1,5E-02
06/00664	22/05/2006	< 6,6E-02	3,6E-01 \pm 1,1E-01	< 4,4E-03	< 4,3E-03	< 4,3E-03	< 1,6E-02
06/00733	05/06/2006	< 8,9E-02	4,7E-01 \pm 1,4E-01	< 4,0E-03	< 5,6E-03	< 2,5E-03	< 1,7E-02
06/00786	19/06/2006	< 8,4E-02	< 1,9E-01	< 5,3E-03	< 5,2E-03	< 3,4E-03	< 1,7E-02

Tabella 6.11 Risultati delle misure effettuate nel corso del 2006 per i pozzi SPA – SPB.

Campione	Periodo di riferimento	H-3 Bq/l	Pu-238 Bq/l	Pu-239/240 Bq/l	Sr-90 Bq/l
06/00615	I trimestre 2006	< 1,3E+01	< 3,1E-03	< 2,2E-03	1,7E-02 \pm 5,1E-03
06/020571	II trimestre 2006	< 1,3E+01	< 2,2E-03	< 2,2E-03	2,2E-02 \pm 3,3E-03

Tabella 6.12 Risultati delle misure di caratterizzazione radiometrica dei pozzi SPA – SPB.

Il fenomeno risulta comunque circoscritto ad un'area ristretta nei pressi dell'edificio piscina dal momento che i risultati delle analisi sui campioni prelevati nel corso del I semestre 2006 nei pozzi SP37 - SP38 e nei piezometri SP18 e SP19 non si discostano rispetto alle serie storiche disponibili (Tabella 6.3, Tabella 6.4, Tabella 6.7 e Tabella 6.8).

Le analisi di caratterizzazione radiometrica dei campioni prelevati presso i pozzi SPA - SPB (Tabella 6.12) permettono di affermare che la composizione isotopica della contaminazione dell'acqua di falda superficiale è compatibile con quella dell'acqua presente nell'intercapedine (Tabella 6.2).

Inoltre, facendo riferimento ai dati riportati in Tabella 6.1, si può ipotizzare un fattore di diluizione superiore a 1:10.000.

7. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

Le seguenti valutazioni radioprotezionistiche fanno riferimento alle strategie di controllo ampiamente descritte nella relazione relativa al monitoraggio ordinario del Comprensorio nucleare di Saluggia per l'anno 2004, che, per comodità di consultazione, vengono qui brevemente riassunte.

La normativa di riferimento (D. Lgs. 230/1995 e ss.mm.ii., D. Lgs. 31/2001) 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 livelli di riferimento per le concentrazioni nelle varie matrici per le diverse vie di esposizione.

In particolare sono stati determinati dei valori soglia di concentrazione per la non rilevanza radiologica (indicati con $R_{non\ rilevanza}$), che comportano il raggiungimento del limite per la non rilevanza radiologica pari a 10 μ Sv per anno.

Inoltre si è tenuto conto dei valori di screening (indicati con S) fissati per alcune grandezze a livello internazionale e/o comunitario (Tabella 7.2).

La dispersione di liquidi radioattivi dalla piscina di stoccaggio dell'impianto EUREX può provocare la contaminazione del suolo circostante e della falda acquifera superficiale; non

sono ipotizzabili rilasci di contaminanti in aria né sarebbe apprezzabile alcun aumento della dose da irraggiamento diretto in aria.

In condizioni di rilascio continuo di acqua dalla piscina l'unico contributo alla dose ai *gruppi critici della popolazione* – gruppo di persone residente intorno all'impianto che per particolari caratteristiche ed abitudini di vita è maggiormente esposto, e pertanto può ricevere una dose più elevata rispetto al resto della popolazione – può derivare dall'ingestione di acqua contaminata o di alimenti contaminati perché venuti in contatto con l'acqua contaminata (ad esempio nel caso in cui l'acqua di falda contaminata sia utilizzata per l'irrigazione di campi coltivati).

Sulla base di opportune ipotesi è possibile calcolare i valori soglia di concentrazione per la non rilevanza radiologica nel caso dell'acqua di falda superficiale, per ognuna delle vie critiche, per tutti i radionuclidi di interesse. Il valore di riferimento per H-3 è quello fissato dal D. Lgs. 31/2001 (Tabella 7.1).

Valori soglia $R(g)_{non\ rilevanza}$ in Bq/l $E_{non\ rilevanza} = 10\ \mu\text{Sv/anno}$			
	Acqua ingestione	Acqua irrigazione	Valore di riferimento adottato
H-3	-	-	1,0E+02
Cs-134	1,1E+00	9,2E+00	1,1E+00
Cs-137	1,5E+00	9,2E-01	9,2E-01
Co-60	1,2E+00	4,2E+00	1,2E+00
Sr-90	2,9E-01	1,0E-01	1,0E-01
Am-241	1,8E-02	7,5E-02	1,8E-02
Pu-239/240	1,6E-02	5,7E-02	1,6E-02
Pu-238	1,7E-02	1,3E-01	1,7E-02
U-234	1,8E-01	6,4E-02	6,4E-02
U-235	1,9E-01	6,8E-02	6,8E-02
U-238	2,0E-01	7,0E-02	7,0E-02

Tabella 7.1 Valori soglia per la non rilevanza radiologica per l'acqua di falda superficiale; per H-3 il valore adottato coincide con il limite fissato dal D. Lgs. 31/2001 per l'acqua destinata al consumo umano.

Valori di screening S in Bq/l E D. Lgs. 31/2001 = 0,1 mSv/anno	
α totale	5,0E-01
β totale	1,0E+00

Tabella 7.2 Valori di screening per l'acqua potabile secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità; tali valori corrispondono al rispetto del limite alla dose totale indicativa di 0,1 mSv/anno fissato dal D. Lgs. 31/2001 per l'acqua destinata al consumo umano.

La sensibilità analitica delle misure effettuate è tale da garantire delle MAR – Minime Attività Rivelabili – sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica. Di conseguenza se la contaminazione dell'acqua di falda superficiale da parte di un radionuclide risulta inferiore alla MAR è automaticamente garantita la non rilevanza radiologica.

In realtà, dal momento che lo scopo del monitoraggio straordinario oggetto della presente relazione è la tempestiva segnalazione di qualsiasi anomalia, la sensibilità analitica per i radionuclidi di riferimento Cs-137 e Sr-90 è tale da garantire delle MAR decisamente inferiori ai valori proposti sopra.

Sulla base dei dati sopra esposti è possibile calcolare la dose efficace per il gruppo critico della popolazione derivante dalla presenza di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale.

Assumendo le seguenti ipotesi cautelative:

- la contaminazione dell'acqua di falda superficiale è cronica ed uniforme in tutta l'area, anche al di fuori del perimetro dell'impianto – tale ipotesi è estremamente cautelativa dal momento che la contaminazione è circoscritta ad un'area ristretta nei pressi dell'edificio piscina;
- gli individui del gruppo critico della popolazione utilizzano esclusivamente acqua di falda superficiale a scopo potabile e irriguo – tale ipotesi è estremamente cautelativa dal momento che la presenza di contaminanti convenzionali rende l'acqua di falda superficiale non potabile nei pozzi a valle 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 7.3).

Via critica	Matrice	Dose $\mu\text{Sv}/\text{anno}$
Ingestione	acqua di falda superficiale	2,6
Irraggiamento		-
Inalazione		-
Totale		2,6
Limite non rilevanza radiologica		10
Limite di dose efficace		1000

Tabella 7.3 Stima dell'equivalente di dose efficace al gruppo critico della popolazione per effetto della presenza di contaminazione da radionuclidi artificiali nell'acqua di falda superficiale sulla base dei risultati riportati al paragrafo 6.

8. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I risultati delle misure effettuate permettono di affermare che nel corso del I semestre 2006 si è evidenziata la presenza di contaminazione da radionuclidi artificiali nell'acqua della falda superficiale che è presumibilmente correlabile alla presenza di acqua contaminata nell'intercapedine della piscina di stoccaggio del combustibile. Tale contaminazione può quindi essere indicativa di un rilascio in ambiente di acqua contaminata dall'intercapedine della piscina.

La contaminazione, dovuta esclusivamente a Sr-90, è stata riscontrata nei pozzi SPA - SPB posti a ridosso dell'edificio piscina – disponibili al campionamento soltanto a partire da febbraio 2006 – mentre sia nei pozzi SP37 - SP38, sia nei piezometri SP18 e SP19 costantemente monitorati non si sono riscontrate variazioni rispetto alle serie storiche disponibili: allo stato attuale la contaminazione dell'acqua di falda superficiale risulta circoscritta ad un'area ristretta nei pressi dell'edificio piscina.

I valori di concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale, seppur significativamente superiori ai valori medi comunemente riscontrabili, sono comunque non rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico, per quanto concerne l'esposizione degli individui della popolazione. Essi sono però da considerare estremamente significativi come indicatori ambientali.

Pertanto il monitoraggio dell'acqua della falda superficiale, che attualmente è l'unico strumento operativo per evidenziare tempestivamente eventuali ulteriori anomalie che

possano comportare un rischio per l'ambiente e per la popolazione, continuerà con le modalità riportate al paragrafo 3.

In aggiunta, al fine di approfondire e controllare al meglio la situazione anomala evidenziata dalle ultime misure, saranno introdotte le seguenti azioni di monitoraggio e controllo:

- effettuazione delle misure di Sr-90 sui campioni mensili (anziché trimestrali) di acqua di falda dei pozzi SPA ed SPB separatamente;
- effettuazione di misure di spettrometria gamma su un'aliquota più grande di campioni di acqua di falda dei pozzi SPA ed SPB separatamente al fine di migliorare ulteriormente la sensibilità di misura per la ricerca del Cs-137 da correlare alla presenza di Sr-90;
- approfondimento delle dinamiche di diffusione dei singoli contaminanti nella falda.