

**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 2007.**

**Relazione tecnica n. 8/SS21.02/2007**

<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Componente SS21.02	<b>Data:</b> 20/07/2007	<b>Firma:</b>
	<b>Nome:</b> Luca Albertone		
	<b>Funzione:</b> Responsabile SS21.02	<b>Data:</b> 20/07/2007	<b>Firma:</b>
	<b>Nome:</b> Laura Porzio		
<b>Verifica</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SS21.02	<b>Data:</b> 20/07/2007	<b>Firma:</b>
	<b>Nome:</b> Laura Porzio		
<b>Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SC21	<b>Data:</b> 20/07/2007	<b>Firma:</b>
	<b>Nome:</b> Giovanni d'Amore		



## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	I LIMITI DI LEGGE	3
3.	CONTROLLI EFFETTUATI	5
4.	STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA	7
5.	METODOLOGIA DI MISURA	8
6.	RISULTATI ANALITICI	8
7.	VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE	16
8.	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	19

## 1. PREMESSA

Questa relazione tecnica, in seguito al mutato quadro ambientale che si è delineato con la rilevazione di contaminazione da Sr-90 nell'acqua di falda prelevata in pozzi situati all'esterno del sito EUREX-SO.G.I.N. (segnalata nella relazione tecnica n. 3/SS21.02/2007), riporta sia i dati delle misure relative ai pozzi interni al sito EUREX-SO.G.I.N. che i dati delle misure relative ai campioni prelevati all'esterno del sito EUREX-SO.G.I.N. (acqua pozzi privati, laghi artificiali e sorgiva).

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

## 2. I LIMITI DI LEGGE

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  $\mu$ 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.

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.

Questo significa, per esempio, che avendo valutato che il *valore soglia di concentrazione* per lo Sr-90 nell'acqua potabile è pari a 29 Bq/l, consumando per un anno intero acqua

con una concentrazione di Sr-90 di 29 Bq/l, un individuo della popolazione raggiunge il limite di dose stabilito in 1 mSv per anno.

Concentrazione in una matrice (Bq/kg, Bq/m<sup>3</sup> 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  $\mu$ Sv per anno.

Questo significa, per esempio, che avendo valutato che il *valore soglia di concentrazione per la non rilevanza radiologica* per lo Sr-90 nell'acqua potabile è pari a 0,29 Bq/l, consumando per un anno intero acqua potabile con una concentrazione di Sr-90 di 0,29 Bq/l, un individuo della popolazione raggiunge il limite di dose stabilito in 10 $\mu$ Sv (pari 0,01 mSv) per anno.

Concentrazione in una matrice (Bq/kg, Bq/m<sup>3</sup> ecc) =  
 $R_{non\ rilevanza}$



Dose efficace = 10  $\mu$ Sv per anno

Per quanto riguarda l'acqua potabile inoltre il D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 *Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano* fissa in 100 Bq/kg il valore limite per H-3 e in 0,1 mSv/anno per anno la dose totale indicativa – ad eccezione di H-3, K-40, radon e prodotti di decadimento del radon – a cui corrispondono, secondo le indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, i valori di *screening* di seguito riportati.

Valori di <i>screening</i> S in Bq/kg	
	Acqua potabile
$\alpha$ totale	0,5
$\beta$ totale	1,0

Per facilità di consultazione vengono di seguito riassunti i valori soglia adottati per l'ingestione di acqua contaminata da Sr-90.

	Valore limite	Valore soglia di concentrazione (Bq/l)
Dose non rilevanza radiologica	0,01 mSv per anno solare	0,29
Limite dose efficace D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31	0,1 mSv per anno solare	2,9
Limite dose popolazione	1 mSv per anno solare	29

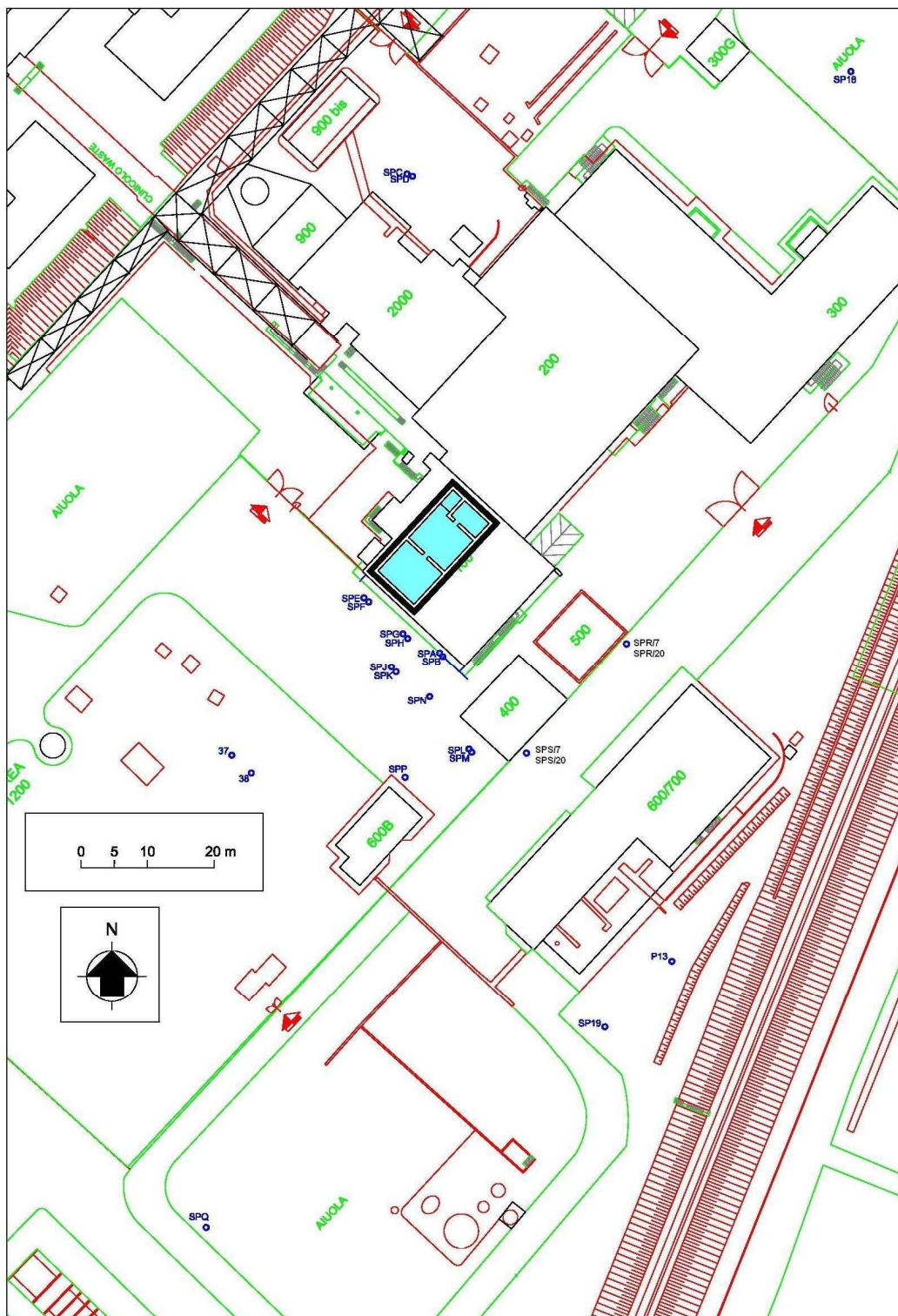
### 3. CONTROLLI EFFETTUATI

Nel corso del II trimestre 2007 sono proseguiti i controlli sull'acqua di falda superficiale prelevata da piezometri e pozzi interni al sito secondo il programma di campionamento riportato in tabella 3.1; il programma è stato integrato dalle misure di caratterizzazione dei pozzi SPR/7 e SPS/7 predisposti da SO.G.I.N nel mese di giugno 2007.

In figura 3.1 è riportata la posizione dei punti di campionamento dell'acqua di falda superficiale all'interno del sito EUREX-SO.G.I.N. in prossimità dell'edificio piscina.

Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Trattamento	Analisi	Frequenza di analisi
SPA, SPB, SPN, SPQ	mensile	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	mensile
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	
SPH, SPM, SPP, SP19	trimestrale	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	trimestrale
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	
SPC, SPF, SPK, SP18, SP37	semestrale	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	semestrale
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	
SPD, SPE, SPG, SPJ, SPL, SP38	se necessario	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	se necessario
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	

**Tabella 3. 1** Programma di campionamento all'interno del sito EUREX-SO.G.I.N.



**Figura 3.1** Posizione dei punti di campionamento dell'acqua di falda all'interno del sito EUREX-SO.G.I.N.



In funzione della presenza di contaminazione da Sr-90 nell'acqua di falda al di fuori dal sito EUREX-SO.G.I.N sono inoltre proseguiti i controlli aggiuntivi – rispetto al programma del monitoraggio ordinario – su campioni prelevati all'esterno del sito secondo un programma provvisorio elaborato sulla scorta dei risultati delle misure effettuate nel I trimestre 2007 (tabella 3.2).

Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Trattamento	Analisi	Frequenza di analisi
SP04, SP06, SL02, SQ00, SQ05	mensile	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	mensile
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	
SP01, SP03	bimestrale	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	bimestrale
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	
SP02, SP05, SL01, SL03	trimestrale	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	trimestrale
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	

**Tabella 3. 2** Programma di campionamento all'esterno del sito EUREX-SO.G.I.N.

In Allegato 1 è riportata la posizione dei punti di campionamento all'esterno del sito EUREX-SO.G.I.N.

#### 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;
- 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.T2.M038: "Ricerca di radionuclidi mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione" – metodo interno;
- U.RP.M827: "Spettrometria gamma ad alta risoluzione" – metodo interno (sostituisce U.T2.M038);
- U.RP.M755: "Determinazione di H-3 in acqua" – 3H-04-RC, Vol. 1 HASL-300, 28<sup>th</sup> edition Rev.0-February 1997 Tritium in water-liquid scintillation counting – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M756: "Determinazione di Sr-89 e Sr-90 in acqua" – Eichrom technologies, Inc. SWR01 rev. 1.4. – 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.

## 6. RISULTATI ANALITICI

### 6.1 Misure all'interno del sito EUREX-SO.G.I.N.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati delle analisi effettuate sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati presso i pozzi ed i piezometri secondo il programma di monitoraggio straordinario di tabella 3.1.

Per fornire un quadro completo dell'andamento della contaminazione da Sr-90 nelle tabelle sono stati riportati tutti i dati relativi al 2007 e sono stati elaborati dei grafici che consentono di interpretare questo andamento.

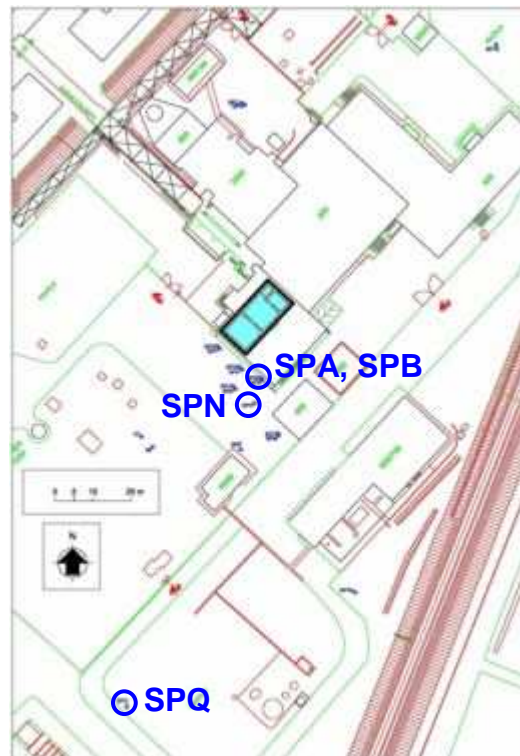


## Controlli mensili

Sono stati effettuati controlli mensili sui pozzi SPA, SPB, SPN e SPQ.

I risultati delle misure, riassunti nelle tabelle 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 e 6.1.4, evidenziano quanto segue:

- nel pozzo SPA si riscontra la presenza di Sr-90 solo nel campione relativo al mese di maggio 2007;
- nei SPB e SPN si riscontra un aumento dei valori di concentrazione di Sr-90 e, per la prima volta, la presenza di H-3;
- nel pozzo SPQ la contaminazione continua ad essere inferiore ai limiti di rivelabilità (MDA).



Campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	H-3 Bq/l	Sr-90 Bq/l
<b>SPA – pescaggio da 7 m a 15 m</b>									
07/000166	04/01/2007	< 0,1050	< 0,219	< 0,0075	< 0,0102	< 0,0092	< 0,0487	< 3,82	< 0,0052
07/002837	05/02/2007	< <sup>1</sup> 0,0922	< 0,174	< 0,0025	< 0,0046	< 0,0010	< 0,0143	< 3,82	< 0,0058
07/005529	05/03/2007	< 0,1020	< 0,224	< 0,0028	< 0,0015	< 0,0025	< 0,0141	< 3,85	< 0,0060
07/008892	02/04/2007	< 0,0800	< 0,218	< 0,0030	< 0,0012	< 0,0027	< 0,0061	< 3,77	< 0,0056
07/011645	07/05/2007	< 0,0750	0,367 $\pm$ 0,130	< 0,0022	< 0,0014	< 0,0034	< 0,0103	< 3,77	0,0183 $\pm$ 0,0029
07/015092	04/06/2007	< 0,1000	< 0,234	< 0,0019	< 0,0027	< 0,0018	< 0,0098	< 3,69	< 0,0080

**Tabella 6.1.1** Risultati delle misure relative pozzo SPA effettuate con frequenza mensile nel corso del 2007

<sup>1</sup> Nella Relazione tecnica n. 5/SS21.02/2007 relativa al I trimestre 2007 era stato erroneamente riportato il valore 0,922.

Campione	Data prelievo	α totale	β totale	Cs-134	Cs-137	Co-60	Am-241	H-3	Sr-90
		Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l
<b>SPB – pescaggio da 3 m a 7 m</b>									
07/000164	04/01/2007	< 0,1030	< 0,195	< 0,0079	< 0,0106	< 0,0047	< 0,0447	< 3,82	0,0271 ± 0,0099
07/002835	05/02/2007	< 0,0944	< 0,185	< 0,0023	< 0,0012	< 0,0027	< 0,0133	< 3,82	0,0275 ± 0,0068
07/005533	05/03/2007	< 0,0944	< 0,184	< 0,0009	< 0,0034	< 0,0025	< 0,0125	< 3,85	0,0324 ± 0,0069
07/008893	02/04/2007	0,2460 ± 0,0720	< 0,190	< 0,0024	< 0,0017	< 0,0019	< 0,0061	< 3,77	0,0131 ± 0,0035
07/011648	07/05/2007	< 0,0719	< 0,174	< 0,0033	< 0,0029	< 0,0022	< 0,0112	< 3,77	0,0524 ± 0,0075
07/015096	04/06/2007	< 0,1030	0,459 ± 0,122	< 0,0030	< 0,0032	< 0,0011	< 0,0109	8,47 ± 2,32	0,1620 ± 0,018
07/018515	02/07/2007	< 0,0863	0,292 ± 0,111	< 0,0022	< 0,0032	< 0,0026	< 0,0107	< 3,77	0,109 ± 0,014

**Tabella 6.1.2** Risultati delle misure relative pozzo SPB effettuate con frequenza mensile nel corso del 2007

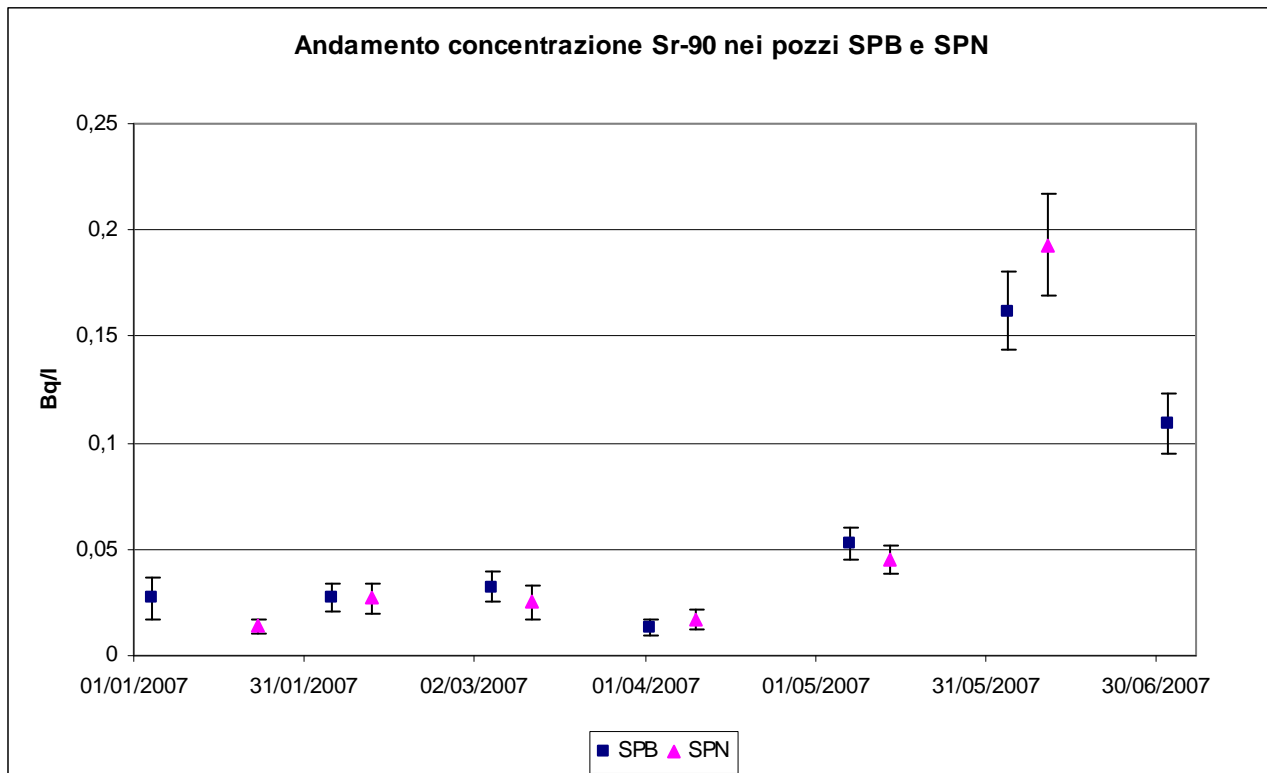
Campione	Data prelievo	α totale	β totale	Cs-134	Cs-137	Co-60	Am-241	H-3	Sr-90
		Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l
<b>SPN – pescaggio da 2 m a 20 m</b>									
07/001961	23/01/2007	< 0,1030	< 0,201	< 0,0040	< 0,0060	< 0,0040	< 0,0222	< 3,82	0,0139 ± 0,0032
07/003684	12/02/2007	< 0,0959	< 0,213	< 0,0031	< 0,0040	< 0,0023	< 0,0137	< 4,03	0,0269 ± 0,0070
07/006432	12/03/2007	0,1760 ± 0,062	0,422 ± 0,130	< 0,0027	< 0,0022	< 0,0025	< 0,0141	< 3,79	0,0250 ± 0,0079
07/009520	10/04/2007	< 0,0811	< 0,176	< 0,0026	< 0,0034	< 0,0035	< 0,0124	< 3,71	0,0169 ± 0,0048
07/012722	14/05/2007	< 0,0971	< 0,178	< 0,0023	< 0,0019	< 0,0017	< 0,0180	< 3,71	0,0454 ± 0,0065
07/016153	11/06/2007	< 0,0929	0,607 ± 0,141	< 0,0024	< 0,0028	< 0,0031	< 0,0099	7,53 ± 2,31	0,193 ± 0,024

**Tabella 6.1.3** Risultati delle misure relative pozzo SPN effettuate con frequenza mensile nel corso del 2007

Campione	Data prelievo	α totale	β totale	Cs-134	Cs-137	Co-60	Am-241	H-3	Sr-90
		Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l
<b>SPQ – pescaggio da 2 m a 20 m</b>									
07/002323	29/01/2007	< 0,1020	< 0,225	< 0,0028	< 0,0033	< 0,0015	< 0,0124	< 3,82	< 0,0074
07/004376	19/02/2007	0,1720 ± 0,0620	< 0,323 ± 0,120	< 0,0021	< 0,0034	< 0,0032	< 0,0137	< 4,03	< 0,0076
07/007319	19/03/2007	< 0,0867	< 0,234	< 0,0026	< 0,0020	< 0,0010	< 0,0144	< 3,79	< 0,0057
07/010239	16/04/2007	< 0,0753	< 0,215	< 0,0027	< 0,0029	< 0,0020	< 0,0115	< 3,82	< 0,0050
07/013552	21/05/2007	< 0,0905	< 0,177	< 0,0033	< 0,0029	< 0,0028	< 0,0079	< 3,71	< 0,0068
07/016903	18/06/2007	< 0,124	< 0,191	< 0,0025	< 0,0023	< 0,0025	< 0,0148	< 3,69	< 0,0070

**Tabella 6.1.4** Risultati delle misure relative pozzo SPQ effettuate con frequenza mensile nel corso del 2007

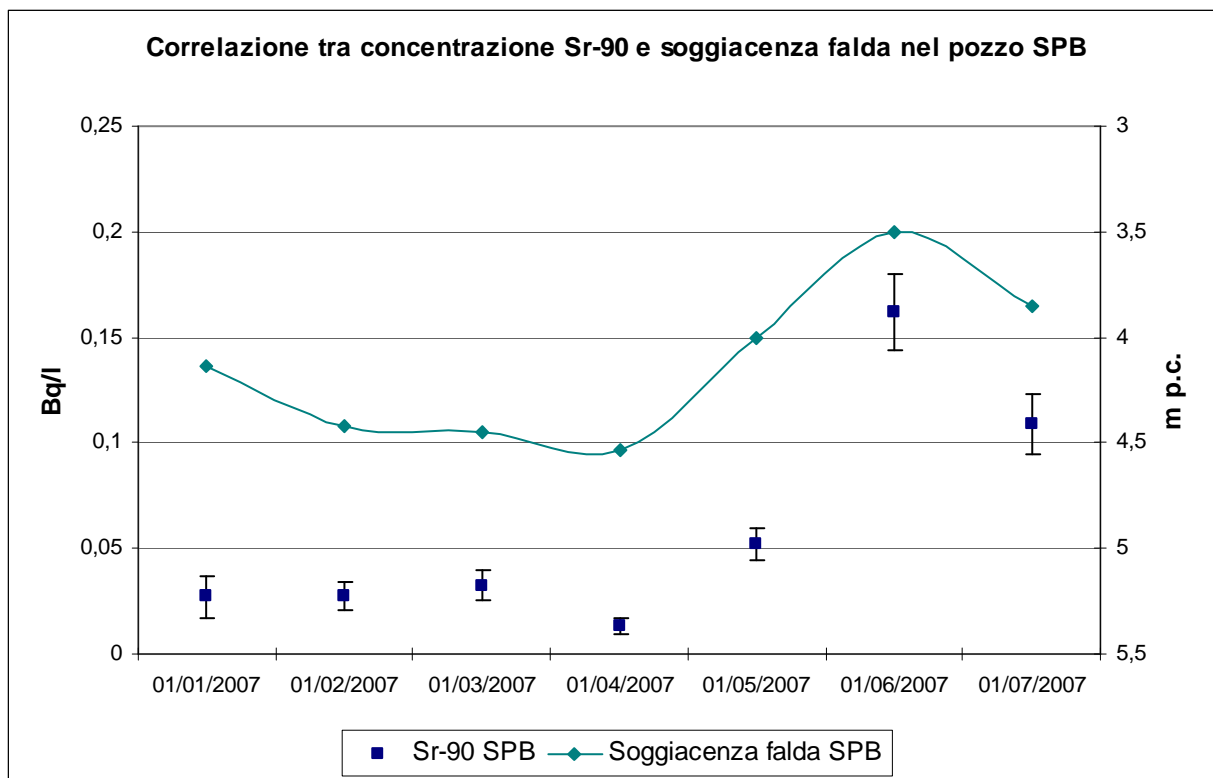
Come si osserva facilmente dal grafico 6.1 vi è un'ottima correlazione tra i valori di Sr-90 misurati nel pozzo SPB e quelli misurati nel pozzo SPN (il coefficiente di correlazione lineare per le due serie di dati è pari a 0,99)



**Grafico 6.1** Andamento della concentrazione di Sr-90 nei pozzi SPB e SPN

Il grafico 6.2 invece evidenzia la correlazione tra l'andamento dei valori di Sr-90 misurati nel pozzo SPB ed il livello della falda misurato nello stesso pozzo (il coefficiente di correlazione lineare per le due serie di dati è pari a 0,93). Questa correlazione fornisce degli elementi utili all'interpretazione del fenomeno in atto: in conseguenza dell'aumento del livello di falda l'acqua dilava anche gli strati più superficiali del terreno contaminato da Sr-90 facendo aumentare le concentrazioni in acqua.

Anche la presenza di H-3, riscontrata per la prima volta nei campioni di giugno solo nei pozzi SPB e SPN, può essere messa in relazione con l'aumento dei livelli della falda.

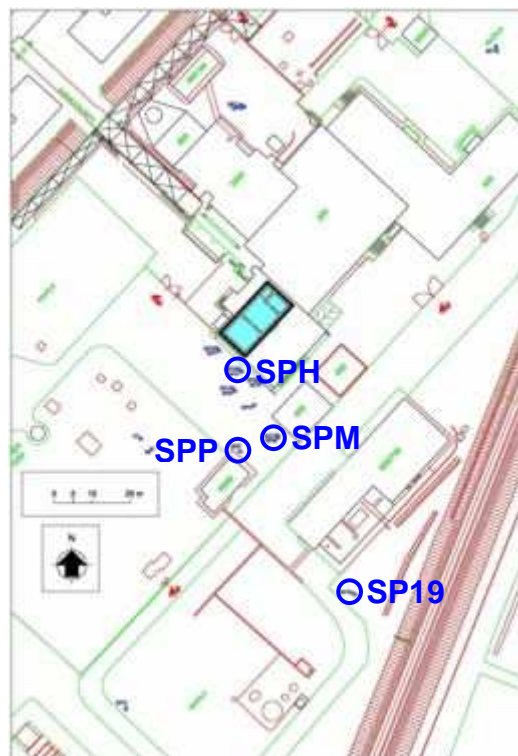


**Grafico 6.2** Correlazione tra l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB e il livello della falda.

## Controlli trimestrali

Sono stati effettuati controlli trimestrali sui pozzi SPH, SPM, SPP, SP19.

I risultati delle misure, riassunti in tabella 6.1.5, evidenziano che i valori nei pozzi SPH, SPM ed SPP sono in linea con quelli riscontrati in precedenza.



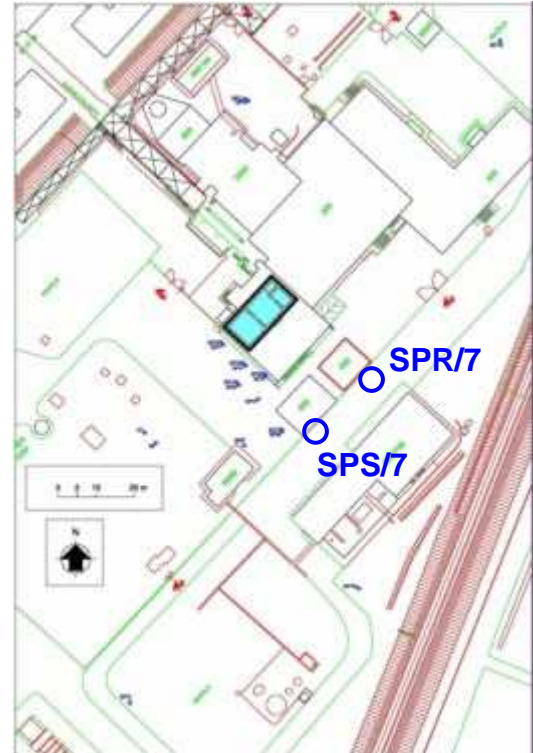
Campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	H-3 Bq/l	Sr-90 Bq/l
<b>SPH – pescaggio da 2 m a 7 m</b>									
07/004895	26/02/2007	< 0,0959	0,331 ± 0,130	< 0,0022	< 0,0021	< 0,0025	< 0,0159	< 3,82	< 0,0064 ± 0,0051
07/014384	28/05/2007	< 0,0874	< 0,212	< 0,0022	< 0,0025	< 0,0033	< 0,009	< 3,71	< 0,0070
<b>SPM – pescaggio da 2 m a 7 m</b>									
07/003686	12/02/2007	< 0,0799	< 0,198	< 0,0028	< 0,0025	< 0,0020	< 0,0088	< 4,03	0,0211 ± 0,0051
07/012725	14/05/2007	< 0,0874	0,381 ± 0,110	< 0,0026	< 0,0025	< 0,0028	< 0,0095	< 3,71	0,0161 ± 0,0027
<b>SPP – pescaggio da 2 m a 20 m</b>									
07/004375	19/02/2007	< 0,1020	< 0,225	< 0,0024	< 0,0023	< 0,0025	< 0,0129	< 3,82	< 0,0069
07/013549	21/05/2007	0,140 ± 0,049	< 0,228	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0014	< 0,0077	< 3,71	< 0,0054
<b>SP19 – pescaggio da 2 m a 20 m</b>									
07/006435	12/03/2007	< 0,0874	< 0,188	< 0,0021	< 0,0016	< 0,0025	< 0,0129	< 3,79	< 0,0078
07/016161	11/06/2007	< 0,0795	< 0,168	< 0,0025	< 0,0020	< 0,0009	< 0,0106	< 3,69	< 0,0079

**Tabella 6.1.5** Risultati delle misure effettuate con frequenza trimestrale nel corso del 2007

### Caratterizzazione dei nuovi pozzi

E' stata effettuata la caratterizzazione dei nuovi pozzi SPR/7 e SPS/7 predisposti da SO.G.I.N. e resi disponibili alla fine del mese di giugno 2007.

I risultati delle misure, riassunti in tabella 6.1.6, rafforzano le ipotesi già assunte sulla direzione di scorrimento della falda, localmente parallela alla direzione della congiungente SPB-SPN.



Campione	Data prelievo	$\alpha$ totale	$\beta$ totale	Cs-134	Cs-137	Co-60	Am-241	H-3	Sr-90
		Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l
<b>SPR/7 – pescaggio da 2 m a 7 m</b>									
07/016858	21/06/2007	< 0,0843	< 0,218	< 0,0026	< 0,0022	< 0,0013	< 0,0107	< 3,69	< 0,0078
<b>SPS/7 – pescaggio da 2 m a 7 m</b>									
07/016837	21/06/2007	< 0,0854	< 0,208	< 0,0030	< 0,0033	< 0,0027	< 0,0096	< 3,69	0,0141 $\pm$ 0,0025

**Tabella 6.1.6** Risultati delle misure di caratterizzazione dei pozzi resi disponibili nel mese di giugno 2007



## 6.2 Misure all'esterno del sito EUREX-SO.G.I.N.

Nella tabella 6.2.1 sono riportati i risultati delle analisi effettuate sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati presso i pozzi esterni secondo il programma di monitoraggio straordinario di tabella 3.2. Anche in questo caso, per fornire un quadro completo dell'andamento della contaminazione da Sr-90, sono stati riportati tutti i dati relativi al 2007.

Come si può osservare, la distribuzione della contaminazione da Sr-90 ed i relativi valori di concentrazione sono sovrapponibili a quelli del I trimestre 2007. Per quanto riguarda l'acqua sorgiva del punto SL02 si segnala che al momento dei campionamenti relativi ai mesi di maggio e giugno 2007 il livello dell'acqua era considerevolmente più elevato rispetto al campionamento del mese di aprile 2007, pertanto la diminuzione dei valori di concentrazione di Sr-90 è riferibile alla maggiore diluizione.

Campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	H-3 Bq/l	Sr-90 Bq/l
<b>SP01 – POZZO CASALE BENNE – pescaggio 7 m</b>									
07/005276	28/02/2007	0,211 ± 0,058	< 0,199	< 0,0023	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0147	< 3,82	0,0116 ± 0,0050
07/011063	23/04/2007	< 0,0905	< 0,175	< 0,0012	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0055	< 3,77	0,0127 ± 0,0031
07/015111	04/06/2007	0,207 ± 0,066	0,375 ± 0,113	< 0,0026	< 0,0021	< 0,0037	< 0,0108	< 3,69	0,0125 ± 0,0039
<b>SP02 – POZZO CASCINA PIOPPO D'ARGENTO – pescaggio 15 m</b>									
07/005277	28/02/2007	< 0,0880	< 0,186	< 0,0028	< 0,0027	< 0,0036	< 0,0136	< 3,85	< 0,0064
07/014385	28/05/2007	< 0,0843	< 0,231	< 0,0016	< 0,0022	< 0,0023	< 0,0165	< 3,71	< 0,0063
<b>SP03 – POZZO CASCINA DEL PORTO</b>									
07/008090	23/03/2007	< 0,0929	< 0,219	< 0,0022	< 0,0028	< 0,0039	< 0,0110	< 3,77	0,0117 ± 0,0041
07/012729	14/05/2007	0,118 ± 0,042	< 0,209	< 0,0026	< 0,0030	< 0,0038	< 0,0113	< 3,71	0,0101 ± 0,0022
<b>SP04 – POZZO CASCINA DANIELE</b>									
07/008091	23/03/2007	< 0,0863	< 0,176	< 0,0021	< 0,0031	< 0,0023	< 0,0115	< 3,77	< 0,0084
07/012730	14/05/2007	< 0,0884	< 0,220	< 0,0024	< 0,0037	< 0,0035	< 0,0082	< 3,71	< 0,0065
07/016171	11/06/2007	< 0,1270	< 0,190	< 0,0016	< 0,0029	< 0,0027	< 0,0164	< 3,69	< 0,0066
<b>SP05 – POZZO CASCINA DELL'ALLEGRIA</b>									
07/011064	23/04/2007	< 0,0978	< 0,167					< 3,77	< 0,0053
<b>SP06 – POZZO CASCINA SELVA</b>									
07/008092	23/03/2007	< 0,0790	0,270 ± 0,1040	< 0,0024	< 0,0035	< 0,0023	< 0,0103	< 3,77	< 0,0078
07/013345	17/05/2007	< 0,0962	< 0,186	< 0,0028	< 0,0031	< 0,0029	< 0,0110	< 3,71	< 0,0049
07/017684	25/06/2007	< 0,0881	< 0,191	< 0,0021	< 0,0031	< 0,0022	< 0,0139		<i>misure in corso</i>



Campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	H-3 Bq/l	Sr-90 Bq/l
<b>SQ00 – POZZO 4.1 ACQUEDOTTO MONFERRATO – pescaggio 35 m</b>									
07/009461	06/04/2007	< 0,0905	< 0,175	< 0,0022	< 0,0026	< 0,0019	< 0,0149	< 3,71	< 0,0060
07/013338	17/05/2007	< 0,123	< 0,196	< 0,0025	< 0,0027	< 0,0017	< 0,0114	< 3,71	< 0,0047
07/016912	18/06/2007	< 0,0763	< 0,187	< 0,0028	< 0,0033	< 0,0020	< 0,0106	< 3,69	< 0,0063
<b>SQ05 – POZZO 5.2 ACQUEDOTTO MONFERRATO – pescaggio 170 m</b>									
07/039462	06/04/2007	< 0,0978	< 0,167	< 0,0030	< 0,0033	< 0,0031	< 0,0108	< 3,71	< 0,0064
07/013339	17/05/2007	0,129 $\pm$ 0,048	< 0,195	< 0,0021	< 0,0030	< 0,0016	< 0,0142	< 3,71	< 0,0054
07/016918	18/06/2007	< 0,0774	< 0,195	< 0,0022	< 0,0023	< 0,0030	< 0,0070	< 3,74	< 0,0080
<b>SL01 – LAGO ARTIFICIALE</b>									
07/009442	05/04/2007	< 0,0799	< 0,211	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0011	< 3,71	< 0,0070
<b>SL02 – ACQUA SORGIVA</b>									
07/009207	03/04/2007	0,1700 $\pm$ 0,0540	0,838 $\pm$ 0,1420	< 0,0059	< 0,0083	< 0,0084	< 0,0202	< 3,71	0,0113 $\pm$ 0,0031
07/012727	14/05/2007	< 0,0868	< 0,116	< 0,0011	< 0,0019	< 0,0023	< 0,0116	< 3,71	< 0,0047
07/015104	04/06/2007	< 0,0793	< 0,169	< 0,0024	< 0,0027	< 0,0019	< 0,0136	< 3,69	< 0,0062
<b>SL03 – LAGO ARTIFICIALE</b>									
07/011065	23/04/2007	< 0,0811	< 0,176	°				< 3,77	< 0,0066

**Tabella 6.2.1** Risultati delle misure effettuate nei punti di prelievo esterni al sito Eurex nel corso del 2007.  
°in questi punti, a causa della difficoltà di campionamento di grandi quantitativi di acqua, non sono state effettuate le misure di spettrometria gamma.

## 7. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

Le valutazioni radioprotezionistiche di seguito riportate si riferiscono ai pozzi esterni al sito dell'impianto EUREX, poiché sono gli unici potenzialmente utilizzabili dalla popolazione per uso potabile e/o irriguo.

I dati relativi ai pozzi scavati ad hoc all'interno del sito EUREX devono essere utilizzati come indicatori ambientali in grado di descrivere il fenomeno in atto.

I limiti di legge e le strategie di controllo sono riportati al punto 2 della presente relazione. Allo stato attuale i valori di contaminazione da Sr-90 riscontrati all'esterno del sito EUREX continuano a non rappresentare un pericolo per la popolazione. Risultano infatti rispettati sia i limiti di dose fissati dalla normativa vigente che i valori di screening fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.

- **Potabilità ex D.Lgs. 31/2001**

Per quanto riguarda la potabilità risultano rispettati i valori di screening fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità sulle attività alfa totale e beta totale, intese come somma, rispettivamente, delle attività degli isotopi alfa e beta emettitori – sia naturali che artificiali. In particolare l'attività beta totale comprende anche l'attività di Sr-90.

	Valore di screening OMS	Concentrazione max / Valore screening OMS
Valore di screening fissato dall'OMS per l'attività $\alpha$ totale	0,5 Bq/l	1/2*
Valore di screening fissato dall'OMS per l'attività $\beta$ totale	1 Bq/l	1/3*

**Tabella 7.1** Confronto tra la massima concentrazione di attività  $\alpha$  e di attività  $\beta$  totale rilevate nei pozzi esterni al sito EUREX ed i valori di screening fissati dall'OMS.

\*la valutazione è stata effettuata relativamente all'acqua di falda prelevata da pozzi.

Si ricorda che secondo l'OMS il rispetto dei valori di screening sopra riportati garantisce il rispetto del limite di dose di 0,1 mSv per anno fissato dal D.Lgs. 31/2001

In tabella 7.2 si riportano le valutazioni effettuate in merito al rispetto, per la contaminazione da Sr-90, del limite di dose fissato dal D.Lgs. 31/2001.

	Valore limite di dose	Valore soglia di concentrazione Sr-90	Concentrazione max Sr-90/ Valore soglia
Limite dose efficace per acque potabili ex D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31	0,1 mSv per anno solare	2,9 Bq/l	1/200

**Tabella 7.2** Confronto tra la massima concentrazione di Sr-90 rilevata nei pozzi esterni al sito EUREX ed i valori soglia adottati per l'ingestione.

- **Limiti ex D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.**

Se si considerano tutte le vie di ingestione, quindi non solo l'uso potabile ma anche il consumo di alimenti di origine vegetale (coltivati in terreni irrigati con l'acqua contaminata) e di origine animale (animali allevati in zona ed alimentati con acqua contaminata ed erba di terreni irrigati con l'acqua contaminata) bisogna fare riferimento ai limiti di dose fissati dal D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. Anche in questo caso risultano rispettati i limiti di cui 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 dei pozzi esterni al sito EUREX.

I risultati riportati in tabella 7.3 si riferiscono alle seguenti ipotesi estremamente cautelative:

- la contaminazione dell'acqua di falda superficiale è cronica ed uniforme all'esterno del sito;
- la concentrazione di Sr-90 non varia nel tempo ed è uguale al più alto valore misurato all'esterno del sito;
- 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.

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno
Ingestione	acqua di falda superficiale	0,0017
Irraggiamento		-
Inalazione		-
<b>Totale</b>		<b>0,0017</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>0,01</b>
<b>Limite di dose efficace</b>		<b>1</b>

**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.

Nella tabella seguente sono riportati i confronti tra i valori osservati ed i valori limite/soglia adottati.

	Valore limite di dose	Dose Sr-90/ Limite dose	Via critica	Valore soglia di concentrazione Sr-90	Concentrazione Sr-90/ Valore soglia
Limite dose efficace non rilevanza radiologica ex D.Lgs 230/95	0,01 mSv/anno	1/6	uso potabile	0,29 Bq/l	1/20
			irrigazione	0,10 Bq/l	1/8
Limite dose efficace per gli individui della popolazione ex D.Lgs 230/95	1 mSv/anno	1/600	uso potabile	29 Bq/l	1/2000
			irrigazione	10 Bq/l	1/800

**Tabella 7.4** Confronto tra i valori osservati e i valori di riferimento.

## 8. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Le analisi effettuate nel corso del secondo semestre 2007 consentono di formulare le seguenti valutazioni:

- all'interno del sito EUREX i valori massimi di contaminazione da Sr-90 dell'acqua di falda (pozzi SPB e SPN) sono significativamente aumentati. La corrispondenza lineare riscontrata tra i valori di contaminazione ed i valori di livello della falda consente di dare una interpretazione al fenomeno: l'acqua dilava anche gli strati più superficiali del terreno contaminato da Sr-90 facendo aumentare le concentrazioni;
- in corrispondenza all'aumento delle concentrazioni di Sr-90 all'interno del sito EUREX è stata per la prima volta riscontrata la presenza di H-3 nell'acqua di falda prelevata dai pozzi SPB e SPN, correlabile allo stesso fenomeno di innalzamento del livello della falda;
- all'esterno del sito EUREX i valori di contaminazione da Sr-90 dell'acqua di falda sono confrontabili con quelli relativi al primo trimestre 2007, mentre non è stata riscontrata la presenza di H-3;

- non è mai stata riscontrata la presenza di Sr-90 e di H-3 nei pozzi dell'Acquedotto del Monferrato siti in cascina Giarrea;
- per quanto riguarda l'impatto radiologico sulla popolazione l'insieme delle informazioni disponibili sulla distribuzione della contaminazione da Sr-90 all'esterno del sito – che rappresenta il corretto quadro di riferimento per le valutazioni dosimetriche – rimane invariato rispetto ai periodi precedenti e consente di affermare che, ad oggi, il fenomeno risulta non rilevante dal punto di vista radioprotezionistico. Risultano, in particolare, rispettati i valori di screening definiti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità per la potabilità delle acque destinate al consumo umano.

L'analisi complessiva dei dati relativi all'anno 2007 consente invece di formulare le seguenti considerazioni:

- si rafforzano le ipotesi già adottate sulla direzione della falda acquifera nella zona di interesse;
- l'aumento delle concentrazioni di Sr-90 nei pozzi interni al sito EUREX prossimi all'edificio piscina non trova riscontro nei pozzi esterni al sito EUREX: questo porterebbe ad ipotizzare che gli attuali livelli di contaminazione nei pozzi esterni siano correlabili ad un precedente massimo della contaminazione all'interno del sito. Se questa ipotesi fosse confermata, si potrebbe rilevare un successivo incremento dei livelli di concentrazione anche nei pozzi esterni al sito.

Il quadro globale sopra presentato conferma la necessità – già evidenziata nel progetto proposto da questa Agenzia alla Regione Piemonte – di indagare il fenomeno in maniera più esaustiva.

Arpa Piemonte, nelle more dell'approvazione del progetto, per la gestione dell'attuale situazione, ed in prospettiva per garantire l'adeguata salvaguardia del maggiore approvvigionamento idrico del Piemonte centro orientale, ha messo in atto le seguenti azioni:

- intensificazione delle attività di monitoraggio radiologico;

➤ avvio – da parte del settore geologico di Arpa Piemonte – della raccolta dei dati bibliografici (assetto litostratigrafico, parametri caratteristici del sistema idrogeologico presente nell'area) finalizzata all'organizzazione della una banca dati organica del Compensorio Nucleare di Saluggia.

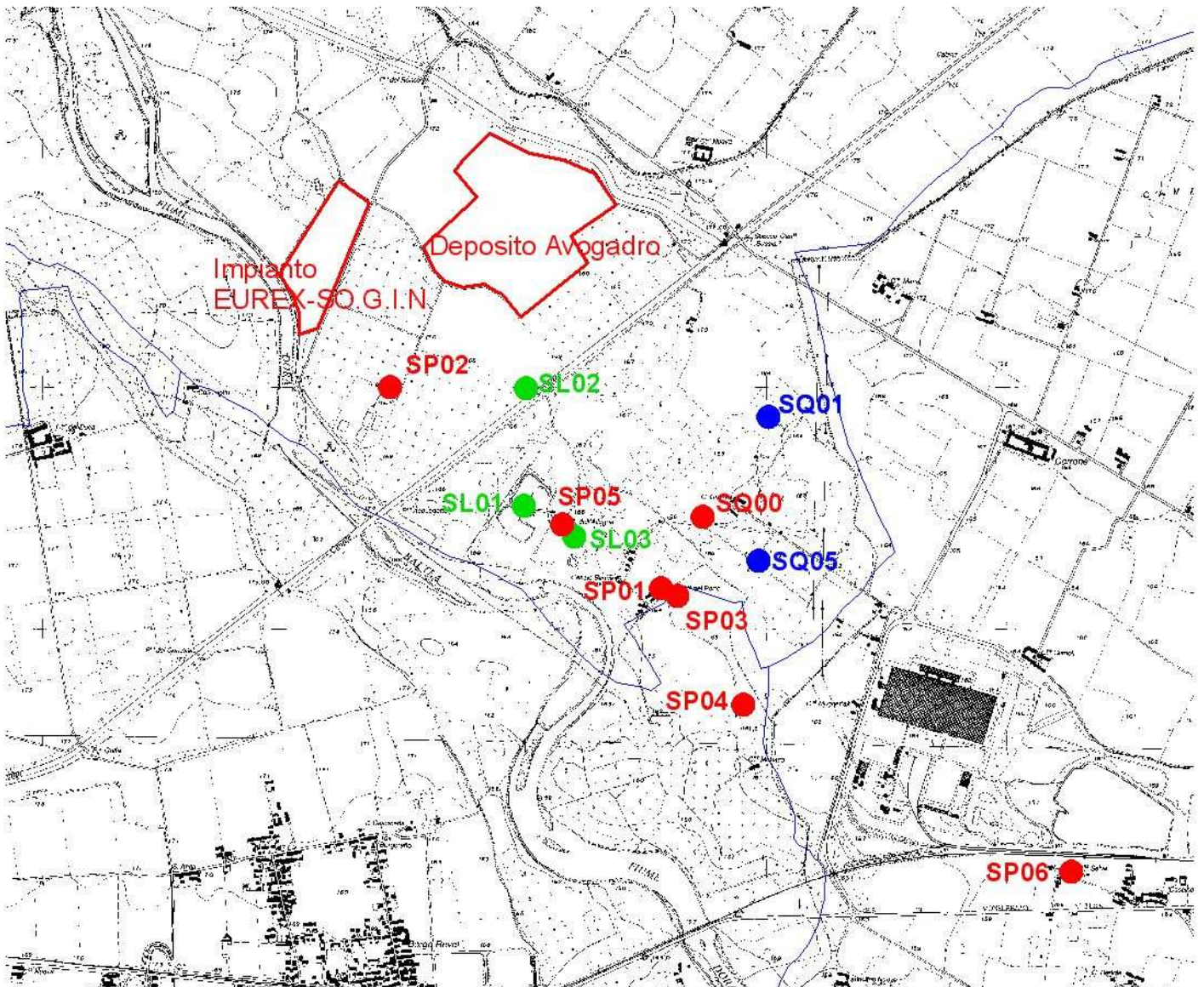
L'indagine ha interessato tutti i soggetti sia pubblici sia privati che hanno operato ed operano nel territorio in questione: ENEA, SO.G.I.N., Deposito Avogadro, Sorin Group, Teksid e C.C.A.M.

➤ istituzione di un Tavolo Tecnico con il fine di armonizzare gli elementi di conoscenza e di procedere allo scambio di informazioni relative alle indagini già avviate da tutti gli Enti ed Organismi coinvolti.

Per il futuro Arpa continuerà a svolgere il ruolo di supervisore alle attività svolte e, fungendo da collettore delle informazioni prodotte, ne garantirà la diffusione nell'ambito del Tavolo Tecnico.



## Allegato 1 Punti di monitoraggio della falda acquifera



0 1 2 Kilometers

