

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

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO DELL'ACQUA DI FALDA SUPERFICIALE PRESSO  
 IL SITO NUCLEARE DI SALUGGIA (VC).**

**III trimestre 2008.**

**Relazione tecnica n. 15/SS21.02/2008**

<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SS21.02	<b>Data:</b> 15/12/2008	<b>Firma:</b>
	<b>Nome:</b> Laura Porzio		
	<b>Funzione:</b> Componente SS21.02	<b>Data:</b> 15/12/2008	<b>Firma:</b>
	<b>Nome:</b> Luca Albertone		
<b>Verifica</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SS21.02	<b>Data:</b> 15/12/2008	<b>Firma:</b>
	<b>Nome:</b> Laura Porzio		
<b>Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SC21	<b>Data:</b> 15/12/2008	<b>Firma:</b>
	<b>Nome:</b> Giovanni d'Amore		



## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	I LIMITI DI LEGGE	3
3.	STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA	4
4.	METODOLOGIA DI MISURA	4
5.	CONTROLLI EFFETTUATI E RISULTATI DELLE MISURE	5
6.	VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE	9
7.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	12

## 1. PREMESSA

Nel corso del terzo trimestre 2008 Arpa Piemonte ha proseguito i controlli per seguire l'andamento della contaminazione nell'acqua di falda superficiale prelevata da pozzi posti sulla direttrice sito EUREX - sito Sorin Avogadro - campo pozzi Acquedotto del Monferrato.

In questa relazione sono riportati i risultati delle misure eseguite secondo il programma trimestrale in atto.

Le strategie di monitoraggio e controllo messe in atto da Arpa Piemonte sono concordate e condivise con ISPRA (già 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 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

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 screening S in Bq/kg	
	Acqua potabile
$\alpha$ totale	0,5
$\beta$ totale	1,0

Si rileva che, essendo lo Sr 90 un elemento beta emettitore, il valore di screening relativo alla radioattività  $\beta$  totale di 1 Bq/kg, tiene conto anche della presenza nell'acqua potabile di questo isotopo radioattivo.

### 3. 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 di tipo  $n$  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.

### 4. METODOLOGIA DI MISURA

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

- U.RP.M827: "Spettrometria gamma ad alta risoluzione" – metodo interno;
- U.RP.M755: "Determinazione di H-3 in acqua" – 3H-04-RC, Vol. 1 HASL-300, 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.

## 5. CONTROLLI EFFETTUATI E RISULTATI DELLE MISURE

Nel corso del III trimestre 2008 controlli sull'acqua di falda superficiale prelevata da piezometri e pozzi non sono stati effettuati in completo accordo con il programma concordato con la Regione Piemonte e riportato in tabella 5.1. I punti di prelievo sono riportati in figura 1.

Nei mesi di luglio ed agosto, infatti, i prelievi previsti con frequenza mensile non sono stati effettuati a causa di difficoltà avute dalla Struttura nel gestire queste attività con intervenute riduzioni del personale ad esse dedicato. In allegato 1 è riportata la ubicazione dei pozzi.

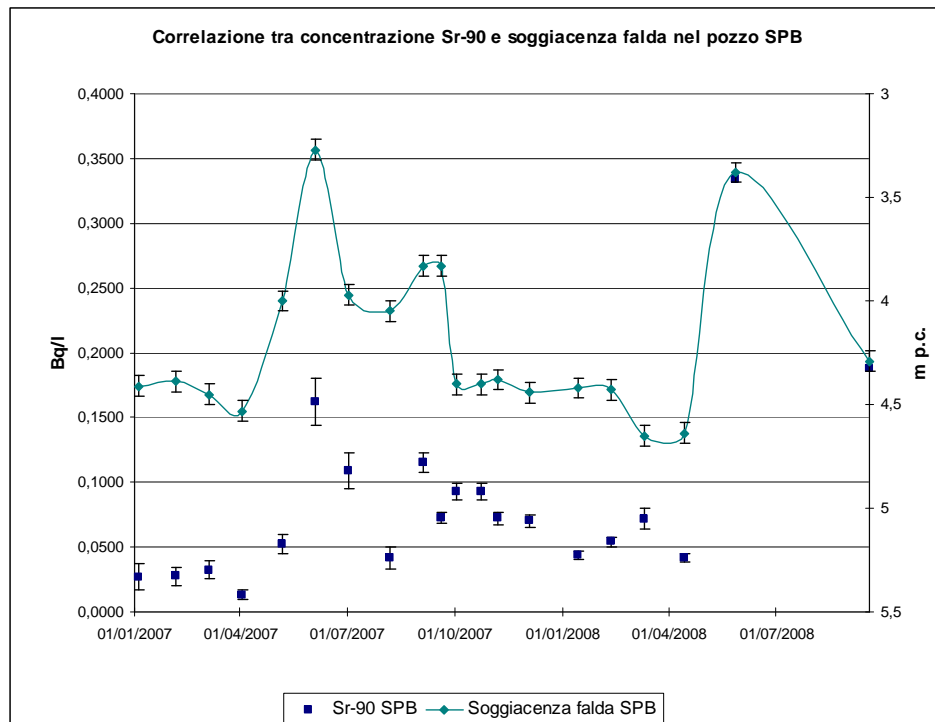
Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Trattamento	Analisi	Frequenza di analisi
SPB, P3, RP4/7, SP01, S4.1/7, SQ05	mensile	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	mensile
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	
E4/9, E5/6	trimestrale	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	trimestrale
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	

**Tabella 5.1** Programma di campionamento acqua di falda superficiale.

All'interno del sito EUREX-SO.G.I.N., dopo le evidenze fornite dai risultati della campagna straordinaria di settembre-ottobre 2007, si è ritenuto opportuno continuare i controlli sul pozzo SPB, ritenuto significativo per seguire l'andamento della contaminazione anche dopo le operazioni di svuotamento della piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato.

Per controllare l'eventuale diffusione della contaminazione all'esterno del sito sono invece stati effettuati prelievi dai pozzi E4/9 ed E5/6.

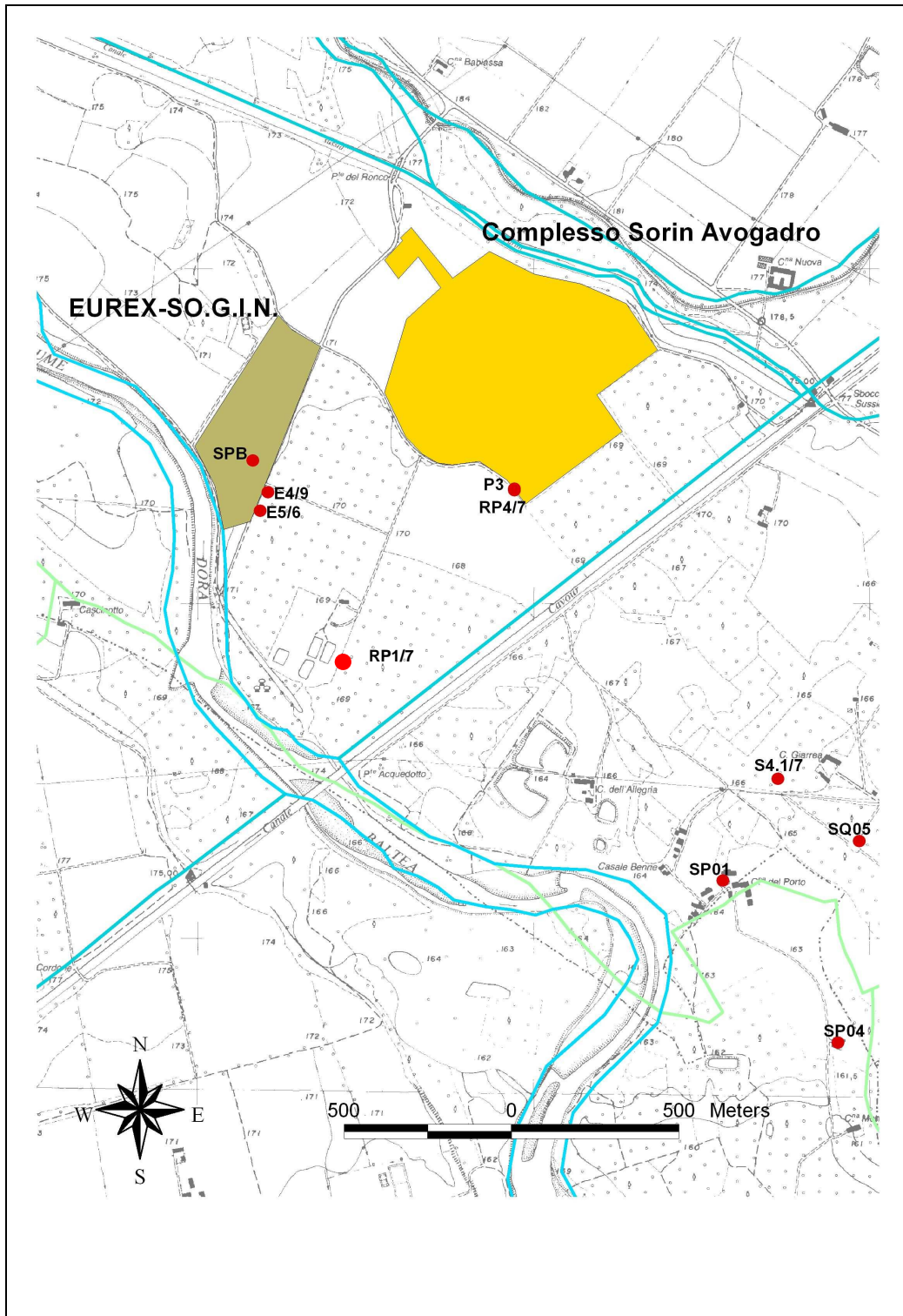
Nel grafico 5.1 è riportata la correlazione tra l'andamento dei valori di Sr-90 misurati nel pozzo SPB ed il livello della falda misurato nello stesso pozzo, mentre i risultati delle misure eseguite sono riportati in tabella 5.2.



**Grafico 5.1** Correlazione tra l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB e il livello della falda.

Campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	H-3 Bq/l	Sr-90 Bq/l
<b>SPB – pescaggio da 3 m a 7 m</b>								
08/007527	18/09/2008	< 0,120	0,504 ± 0,101	< 0,0035	< 0,0029	< 0,0140	< 3,68	0,1880 ± 0,0120
<b>E4/9 – pescaggio da 2 m a 9 m</b>								
08/027529	18/09/2008	0,146 ± 0,056	< 0,138	< 0,0027	< 0,0020	< 0,0131	< 3,7	< 0,0038
<b>E5/6 – pescaggio da 2 m a 6 m</b>								
08/027528	18/09/2008	< 0,104	< 0,138	0,015 ± 0,0034	< 0,0019	< 0,0137	< 3,69	< 0,0038
<b>P3- pescaggio 4 m</b>								
08/027531	18/09/2008	< 0,123	0,372 ± 0,121	< 0,0021	0,0254 ± 0,0059	< 0,0074	< 3,66	0,1250 ± 0,0082
<b>RP4/7</b>								
08/027530	18/09/2008	< 0,121	0,412 ± 0,115	< 0,0046	0,0191 ± 0,0031	< 0,0163	4,64 ± 2,25	0,1130 ± 0,0074
<b>S4.1/7 – PIEZOMETRO CONTROLLO ACQUEDOTTO MONFERRATO</b>								
08/027592	19/09/2008	< 0,121	< 0,166	< 0,00284	< 0,00267	< 0,0106	< 3,66	< 0,00416
<b>SQ05 – POZZO 5.2 ACQUEDOTTO MONFERRATO – pescaggio 170 m</b>								
08/027593	19/09/2008	< 0,105	< 0,158	< 0,00346	< 0,00104	< 0,0121	< 3,76	< 0,00412
<b>SP01 – POZZO CASALE BENNE – pescaggio 7 m</b>								
08/027594	19/09/2008	< 0,124	< 0,166	< 0,00182	< 0,00238	< 0,0166	< 3,67	0,0098 ± 0,0011

**Tabella 5.2** Risultati delle misure effettuate nel III trimestre 2008.



**Figura 1** Distribuzione dei punti di prelievo



Come evidenziato in tabella 5.2 nel pozzo E5/6, predisposto e reso disponibile dal settembre 2007, è stata rilevata la presenza di Cs-137.

Sono state pertanto avviate indagini di approfondimento al fine di individuare la fonte di contaminazione e di interpretare il fenomeno. In particolare:

- sono stati ripetuti i campionamenti sul pozzo E5/6;
- è stato effettuato sul pozzo E5/6 un campionamento di grandi volumi di acqua al fine di individuare eventuali altri contaminanti presenti in concentrazioni minori;
- sono stati effettuati campionamenti sui pozzi a monte del pozzo E5/6 (all'interno del sito Eurex) lungo la direzione di falda;
- sono stati effettuati campionamenti a valle del pozzo E5/6 sul pozzo disponibile lungo la direzione di falda;
- sono stati effettuati campionamenti e misure in doppio con SO.G.I.N.

In tabella 5.3 sono riassunte le misure effettuate sull'acqua di falda superficiale prelevata dal pozzo E5/6 dalla sua predisposizione.

Come si può osservare l'andamento della contaminazione si è mantenuto sostanzialmente costante nel tempo, con oscillazioni compatibili con l'andamento della falda. Nel dettaglio:

- il valore di concentrazione inferiore al limite di rilevabilità strumentale relativo al campione del febbraio 2008 è correlabile alla condizione di minima del livello di falda registrato nel periodo;
- il valore di concentrazione relativo al campione del 31-10-2008, sensibilmente inferiore agli altri, è correlabile all'“effetto diluizione” indotto dal campionamento di grandi volumi di acqua.

Campione	Data prelievo	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l
07/028997	18/09/2007	non determinato	non determinato
08/003173	11/02/2008	< 0,0034	
08/014027	27/05/2008	< 0,0478	
08/018175	29/05/2008	0,0418 ± 0,0060	
08/027528	18/09/2008	0,0150 ± 0,0030	
08/029806	08/10/2008	0,0291 ± 0,0058	
08/031310	21/10/2008	0,0085 ± 0,0008	< 0,00045

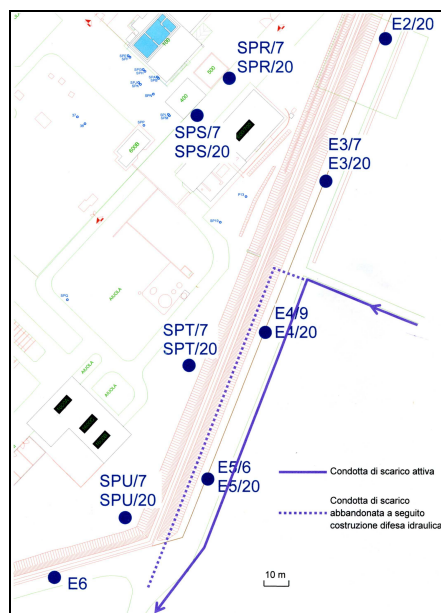
**Tabella 5.3** Andamento della contaminazione da Cs-137 nel pozzo E5/6.



In tabella 5.4 sono riassunte le misure effettuate sull'acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi a monte ed a valle del pozzo E5/6 lungo la direzione di falda, mentre in figura 1 e 2 sono riportati i punti di punti di prelievo.

Campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Cs-137 Bq/l
<b>SPM – pescaggio da 2 m a 7 m</b>				
08/029802	08/10/2008	0,186 $\pm$ 0,055	0,469 $\pm$ 0,110	< 0,001
<b>SPT/7 – pescaggio da 2 m a 7 m</b>				
08/029795	08/10/2008	0,163 $\pm$ 0,063	0,271 $\pm$ 0,092	< 0,003
<b>SPU/7 – pescaggio da 2 m a 7 m</b>				
08/029797	08/10/2008	< 0,100	< 0,161	< 0,003
<b>E4/9 – pescaggio da 2 m a 9 m</b>				
08/029805	08/10/2008	< 0,092	< 0,144	< 0,003
<b>E5/6 – pescaggio da 2 m a 6 m</b>				
08/029806	08/10/2008	0,140 $\pm$ 0,054	< 0,149	0,029 $\pm$ 0,006
<b>E5/20 – pescaggio da 2 m a 20 m</b>				
08/29807	08/10/2008	< 0,095	< 0,171	< 0,002
<b>RP1/7</b>				
08/033280	11/11/2008	< 0,086	< 0,167	< 0,003

**Tabella 5.2** Risultati delle misure effettuate sull'acqua di falda superficiale prelevata dai pozzi a monte ed a valle del pozzo E5/6.



**Figura 2** Distribuzione dei punti di prelievo - pozzi EUREX-SO.G.I.N.

Come si può osservare:

- non è stata riscontrata contaminazione da Cs-137 nei pozzi controllati a monte del pozzo E5/6 lungo la direzione di falda (SPM, SPT/7, SPU/7 pozzi all'interno del sito EUREX-SO.G.I.N. e pozzo E4/9 lungo il muro di difesa idraulica), quindi la sorgente non è all'interno del sito EUREX;
- non è stata riscontrata contaminazione da Cs-137 nel pozzo RP1/7 situato a valle del pozzo E5/6 lungo la direzione di falda.

Si tratta perciò di un fenomeno circoscritto imputabile ad un episodio di contaminazione locale, vista anche la scarsa mobilità del Cesio.

Allo stato attuale delle conoscenze si sta indagando, in collaborazione con ISPRA (già APAT), sulla possibilità che la causa sia riconducibile alla condotta di scarico di effluenti radioattivi liquidi Sorin-Avogadro che passa in prossimità del pozzo E5/6

## 6. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

Le valutazioni radioprotezionistiche di seguito riportate si riferiscono ai pozzi campionati presso le cascate ed ai pozzi dell'Acquedotto del Monferrato, poiché sono gli unici potenzialmente utilizzabili dalla popolazione per uso potabile e/o irriguo.

I dati relativi agli altri pozzi scavati ad hoc all'interno del sito EUREX, quelli esterni al sito EUREX facenti parte della vecchia rete Enea o predisposti dalle Regione Piemonte, devono essere utilizzati come indicatori ambientali in grado di descrivere il fenomeno in atto (tutti questi pozzi non sono accessibili al pubblico).

I limiti di legge e le strategie di controllo sono riportati al punto 2 della presente relazione.

Allo stato attuale i valori di contaminazione riscontrati 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.

I valori di confronto sono riportati in tabella 6.1.

	Valore di screening OMS	Concentrazione max / Valore screening OMS
Valore di screening fissato dall'OMS per l'attività $\alpha$ totale	0,5 Bq/l	1/5
Valore di screening fissato dall'OMS per l'attività $\beta$ totale	1 Bq/l	1/6

**Tabella 6.1** Confronto tra la massima concentrazione di attività  $\alpha$  e di attività  $\beta$  totale rilevate nei pozzi (cascate e dell'Acquedotto del Monferrato) ed i valori di screening fissati dall'OMS.

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 6.2 si riportano le valutazioni effettuate, per la contaminazione da Sr-90, in merito al rispetto 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	1/290

**Tabella 6.2** Confronto tra la massima concentrazione di Sr-90 rilevata nei pozzi (cascine ed Acquedotto del Monferrato) 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.

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.

I risultati riportati in tabella 6.3 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.

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno
Ingestione	acqua di falda superficiale	0,00161
Irraggiamento		-
Inalazione		-
<b>Totale</b>		<b>0,00132</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>0,01</b>
<b>Limite di dose efficace</b>		<b>1</b>

**Tabella 6.3** 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.

Nella tabella seguente sono riportati i confronti tra i valori osservati ed i valori limite/soglia adottati, da cui si evince che le concentrazioni di Sr-90 sono molto al di sotto di quelle corrispondenti ai limiti di dose fissati dal D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii

	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	1/8	uso potabile	0,29 Bq/l	1/30
			irrigazione	0,10 Bq/l	1/10
Limite dose efficace per gli individui della popolazione ex D.Lgs 230/95	1 mSv/anno	1/800	uso potabile	29 Bq/l	1/3000
			irrigazione	10 Bq/l	1/1000

**Tabella 6.4** Confronto tra i valori osservati e i valori di riferimento.

## 7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'andamento della contaminazione da Sr-90 e da Co-60 è confrontabile con quello dei periodi precedenti ed in particolare si evidenzia una buona correlazione tra l'andamento della concentrazione di Sr-90 e il livello della falda.

In una sola occasione si è riscontrata contaminazione da H-3 nell'acqua di falda prelevata dal pozzo RP4/7.

Nei pozzi dell'Acquedotto del Monferrato - sia quelli profondi che alimentano la rete di distribuzione che il piezometro di controllo predisposto ad hoc con pescaggio a 7 m - non è stata rilevata traccia di contaminazione radioattiva di origine artificiale.

La nuova presenza di contaminazione da Cs-137 riscontrata nel pozzo E5/6 è circoscritta ed imputabile ad un episodio di contaminazione locale.

Tutti i contaminanti sono presenti in concentrazioni basse, molto al di sotto dei livelli di riferimento adottati.

In questo contesto non si configurano pertanto pericoli per la popolazione.