

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).**

Il trimestre 2008.

Relazione tecnica n. 12/SS21.02/2008

Redazione	Funzione: Responsabile SS21.02	Data: 13/08/2008	Firma:
	Nome: Laura Porzio		
Verifica	Funzione: Responsabile SS21.02	Data: 13/08/2008	Firma:
	Nome: Laura Porzio		
Approvazione	Funzione: Responsabile SC21	Data: 14/08/2008	Firma:
	Nome: Giovanni d'Amore		



INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	I LIMITI DI LEGGE	3
3.	STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA	5
4.	METODOLOGIA DI MISURA	6
5.	CONTROLLI EFFETTUATI E RISULTATI DELLE MISURE	6
6.	VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE	8
7.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	11

1. PREMESSA

A partire dal giugno 2004 – dopo la segnalazione da parte di SO.G.I.N. della parziale perdita di contenimento della piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato dell'impianto EUREX – presso il sito di Saluggia (VC) è in atto un monitoraggio straordinario della falda superficiale che si è affiancato alla rete di monitoraggio ordinario del sito.

Le misure eseguite dal 2004 ad oggi hanno evidenziato dapprima la presenza di contaminazione da Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata all'interno del perimetro del sito EUREX imputabile alle perdite della piscina di stoccaggio, in seguito la presenza di contaminazione da Sr-90, Co-60 e H-3 nell'acqua di falda superficiale prelevata a valle del sito Sorin – Avogadro presumibilmente indice di una nuova fonte di contaminazione all'interno del sito stesso.

Nel corso del secondo 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. Inoltre nel mese di maggio 2008, al termine della predisposizione dei nuovi pozzi da parte di Esercenti (Deposito Avogadro e Sorin Biomedica) e Regione Piemonte, è stata effettuata una nuova campagna straordinaria di prelievi e misure finalizzata all'individuazione delle possibili nuove fonti di contaminazione.

In attesa di disporre dei dati complessivi relativi alla campagna straordinaria, 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 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 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. 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/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 μ 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 μ Sv (pari 0,01 mSv) per anno.

Concentrazione in una matrice (Bq/kg, Bq/m³ ecc) = $R_{non\ rilevanza}$



Dose efficace = 10 μ 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 <i>screening</i> S in Bq/kg	
	Acqua potabile
α totale	0,5
β totale	1,0

Si rileva che, essendo lo Sr 90 un elemento beta emettitore, il valore di screening relativo alla radioattività β 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, 28th 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 II trimestre 2008 sono stati effettuati controlli sull'acqua di falda superficiale prelevata da piezometri e pozzi secondo il programma concordato con la Regione Piemonte e riportato in tabella 5.1.

Relativamente ai mesi di maggio e giugno, i campioni con frequenza di campionamento mensile sono stati prelevati una sola volta in concomitanza con la campagna straordinaria.

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

Tabella 5.1 Programma di campionamento acqua di falda superficiale.

In allegato 1 è riportata la ubicazione dei pozzi.

All'interno del sito EUREX-S.O.GI.N., dopo le evidenze fornite dai risultati della campagna straordinaria di settembre-ottobre 2007, sono stati effettuati controlli solo sul pozzo SPB. Questo pozzo infatti è quello ritenuto significativo per la tempestiva segnalazione di un eventuale aumento della fuoriuscita di contaminanti dalla piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato.

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

Si è inoltre ritenuto opportuno continuare a controllare il pozzo SP04 al fine di valutare la eventuale diffusione della contaminazione nella zona più a valle.

I risultati delle misure eseguite, riportati in tabella 5.2, non evidenziano un aumento della contaminazione. 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.

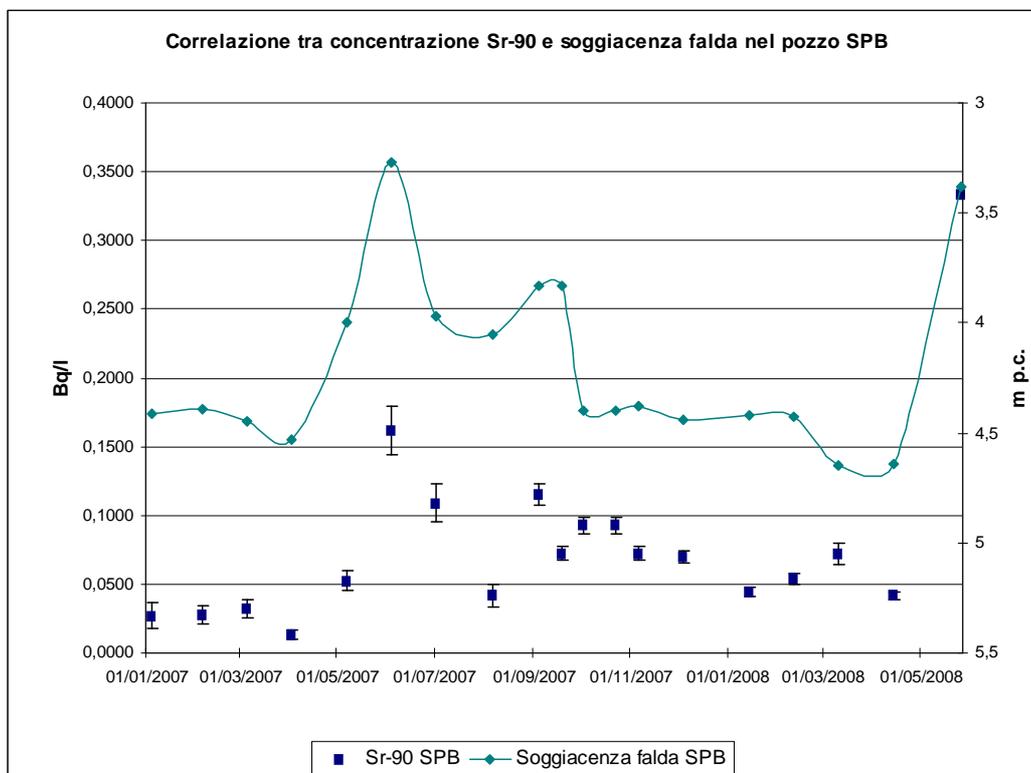


Grafico 5.1 Correlazione tra l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB e il livello della falda.

Campione	Data	α totale	β totale	Cs-134	Cs-137	Co-60	Am-241	H-3	Sr-90
	prelievo	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l
SPB – pescaggio da 3 m a 7 m									
08/009700	14/04/2008	< 0,085	0,246 ± 0,09	< 0,0034	< 0,0026	< 0,0019	< 0,0180	< 4,47	0,0418 ± 0,0030
08/014025	27/05/2008	< 0,126	0,702 ± 0,120	< 0,0025	< 0,0028	< 0,0021	< 0,0081	< 3,84	0,3340 ± 0,0220
E4/9 – pescaggio da 2 m a 9 m									
08/014026	27/05/2008	< 0,105	< 0,136	< 0,0048	< 0,0022	< 0,0020	< 0,0164	< 3,80	< 0,0042
E5/6 – pescaggio da 2 m a 6 m									
08/014027	27/05/2008	< 0,067	0,225 ± 0,080	< 0,0026	< 0,0478	< 0,0016	< 0,0138	< 4,08	< 0,0043
P3- pescaggio 4 m									
08/009873	15/04/008	< 0,094	0,283 ± 0,11	< 0,0024	< 0,0308	0,0101 ± 0,0021	< 0,0102	< 4,94	0,0978 ± 0,0066
08/014030	27/05/2008	< 0,070	< 0,170	< 0,0014	< 0,0014	0,0040 ± 0,0016	< 0,0058	< 3,09	0,0758 ± 0,0053
RP4/7									
08/009872	15/04/2008	0,114 ± 0,045	0,261 ± 0,099	< 0,0023	< 0,0032	0,0150 ± 0,0037	< 0,0080	< 4,54	0,0806 ± 0,0057
08/014031	27/05/2008	0,135 ± 0,053	0,329 ± 0,092	< 0,0013	< 0,0017	0,0122 ± 0,0019	< 0,0040	4,98 ± 1,91	0,1030 ± 0,0070
S4.1/7 – PIEZOMETRO CONTROLLO ACQUEDOTTO MONFERRATO									
08/009701	14/04/2008	< 0,075	< 0,136	< 0,0016	< 0,0032	< 0,0023	< 0,0142	< 4,28	< 0,0046
08/014091	27/05/2008	< 0,083	< 0,174	< 0,0030	< 0,0031	< 0,0030	< 0,0120	< 3,10	< 0,0041
SQ05 – POZZO 5.2 ACQUEDOTTO MONFERRATO – pescaggio 170 m									
08/009706	14/04/2008	< 0,065	< 0,177	< 0,0029	< 0,0032	< 0,0020	< 0,0078	< 4,49	< 0,0043
08/014033	27/05/2008	< 0,123	< 0,141	< 0,0020	< 0,0014	< 0,0029	< 0,0159	< 3,10	< 0,0042
SP01 – POZZO CASALE BENNE – pescaggio 7 m									
08/009709	14/04/2008	< 0,083	< 0,168	< 0,0021	< 0,0011	< 0,0022	< 0,0173	< 4,44	0,0083 ± 0,0017
08/014095	27/05/2008	< 0,078	< 0,159	< 0,0025	< 0,0024	< 0,0024	< 0,0171	< 3,09	0,0120 ± 0,0014
SP04 – POZZO CASCINA DANIELE									
08/014098	27/05/2008	< 0,097	< 0,169	< 0,0023	< 0,0032	< 0,0037	< 0,0088	< 3,02	< 0,0041

Tabella 5.2 Risultati delle misure effettuate nel II trimestre 2008.

6. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

Le valutazioni radioprotezionistiche di seguito riportate si riferiscono ai pozzi campionati presso le cascine 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 α totale	0,5 Bq/l	1/4
Valore di screening fissato dall'OMS per l'attività β totale	1 Bq/l	1/3

Tabella 6.1 Confronto tra la massima concentrazione di attività α e di attività β totale rilevate nei pozzi (cascine 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	1/240

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		-
Totale		0,00161
Limite non rilevanza radiologica		0,01
Limite di dose efficace		1

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	1/6	uso potabile	0,29 Bq/l	1/24
			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	1/2400
			irrigazione	10 Bq/l	1/800

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.

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

Allegato 1 – Punti di campionamento

