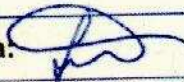




**CENTRO REGIONALE PER LE RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI**
  
**Struttura Semplice 21.02 – Monitoraggio e controllo dei siti nucleari**

**INDAGINI RADIOLOGICHE ESEGUITE DURANTE LE OPERAZIONI DI SCAVO PER IL**
  
**RIPRISTINO DELLA CONDOTTA DI SCARICO DEGLI EFFLUENTI RADIOATTIVI LIQUIDI**
  
**DEL COMPLESSO SORIN-AVOGADRO DI SALUGGIA (VC)**

Relazione tecnica n. 18/SS21.02/2009

Redazione	Funzione: Responsabile SS21.02	Data: 18-11-09	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
Verifica	Funzione: Componente SS21.02	Data: 18-11-09	Firma: 
	Nome: Luca Albertone		
Approvazione	Funzione: Responsabile SC21	Data: 18-11-09	Firma: 
	Nome: Giovanni d'Amore		



## INDICE

1. PREMESSA	3
2. CONTROLLI EFFETTUATI	3
3. METODOLOGIA DI MISURA	3
4. STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA	3
5. RISULTATI DELLE MISURE	3
6. CONSIDERAZIONI DI RADIOPROTEZIONE	4
7. GESTIONE DEL SUOLO CONTAMINATO	6

## 1. PREMESSA

Come è noto, nell'ambito del monitoraggio radiologico dell'acqua di falda superficiale in atto presso il sito nucleare di Saluggia (VC), è stata riscontrata la presenza di Cs-137 nel piezometro E5/6 posto a ridosso del muro di difesa idraulica del sito Eurex-SO.G.I.N.

Tale presenza è stata correlata al tratto dismesso della condotta di scarico di effluenti radioattivi del comprensorio Sorin-Avogadro. Questa circostanza ha indotto ad effettuare una video ispezione dell'intera condotta, la quale ha evidenziato alcune situazioni di possibile criticità. Pertanto Sorin Biomedica, su indicazioni di ISPRA, ha predisposto un piano di ripristino del collettore.

In questa relazione sono riportati i risultati preliminari delle misure eseguite sui campioni di suolo prelevati durante gli scavi nei punti di intervento 10, 11 e 12 situati nel tratto D4 della condotta di scarico (figura 1).

## 2. CONTROLLI EFFETTUATI

In concomitanza alle operazioni di scavo effettuate nei punti di intervento 12, 11 e 10 rispettivamente in data 28-10-09, 30-10-09 e 03-11-09, personale di Arpa Piemonte ha effettuato sopralluoghi nel corso dei quali si è proceduto al prelievo di campioni di suolo in punti dello scavo immediatamente circostanti la condotta, in posizioni convenzionalmente riferite al quadrante di un orologio.

In data 03-11-09 nel campo adiacente il punto di intervento 11, al fine di verificare l'eventuale diffusione della contaminazione, è stato prelevato un campione di suolo superficiale.

Nel punto di intervento 11 si è avuta evidenza visiva della perdita della condotta, così come confermato dalle successive analisi (tabella 1).

## 3. 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.

## 4. STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle misure 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.

## 5. RISULTATI DELLE MISURE

Al fine di disporre di dati analitici immediati, le prime misure sono state eseguite sui campioni di suolo "tal quale", privati solo delle parti più grossolane dello scheletro e non essiccati. Successivamente, al fine di disporre di risultati univocamente riferibili al peso secco del campione, sui campioni relativi al punto di intervento 11 – che presentavano la maggiore contaminazione – sono state eseguite misure sul campione essiccato. Sui campioni relativi al punto di intervento 10 sono state eseguite solo misure sul campione essiccato.

I risultati sono riportati in tabella 1.

Nr. campione	Data prelievo	Descrizione campione	CAMPIONE TAL QUALE		CAMPIONE ESSICCATO E SETACCIATO	
			Cs-137 (Bq/kg)	Co-60 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	Co-60 (Bq/kg)
09/046091	28/10/2009	punto intervento 12 posizione "ore 9"	5,21 ± 0,83	< 0,19		
09/046093	28/10/2009	punto intervento 12 posizione "ore 3"	87,9 ± 11,9	2,24 ± 0,37		
09/046369	30/10/2009	punto intervento 11 posizione "ore 3"	1427 ± 230	2,99 ± 0,85	1444 ± 200	2,02 ± 0,34
09/046370	30/10/2009	punto intervento 11 posizione "ore 9"	6298 ± 1052	11,51 ± 2,07	8070 ± 1100	13,5 ± 1,8
09/046715	03/11/2009	punto intervento 10 posizione "ore 3"			9,5 ± 1,5	< 0,364
09/046718	03/11/2009	punto intervento 10 posizione "ore 9"			6,71 ± 1,20	< 0,66
09/046721	03/11/2009	punto intervento 10 posizione "ore 7"			26,4 ± 4,0	< 0,46
09/046723	03/11/2009	punto intervento 10 posizione "ore 5"			29,2 ± 4,5	< 0,68
09/046724	03/11/2009	campo adiacente punto intervento 11			21,0 ± 3,2	< 0,50

**Tabella 1** Risultati delle misure sui campioni di suolo.

## 6. CONSIDERAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

I risultati delle misure riportati in tabella 1, hanno evidenziato che vi sono delle perdite lungo la condotta di scarico. La tipologia di radionuclidi rilevati ed il rapporto tra le loro concentrazioni porta a ricondurre la contaminazione agli scarichi di effluenti liquidi del deposito Avogadro. A questo proposito è utile ricordare che l'ultimo scarico effettuato dal deposito Avogadro risale all'anno 2005.

Con particolare riguardo al punto di intervento 11, le concentrazioni di Cs-137 e Co-60 riscontrate nei campioni prelevati consentono di formulare le considerazioni di seguito riportate.

### *Dose da esposizione esterna*

Se si considera la contaminazione uniforme del suolo – sia in superficie che in profondità – da parte di un radionuclide, utilizzando i coefficienti di dose adeguati<sup>1</sup>, è possibile ricavare dei valori soglia di concentrazione per la contaminazione del suolo<sup>2</sup> [Bq/kg] che comportano il raggiungimento del limite di non rilevanza radiologica pari a 10 µSv/anno o del limite di dose efficace pari a 1 mSv/anno (D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.); si è inoltre assunto un fattore di occupazione pari a 1 (ovvero la permanenza per un intero anno solare).

I valori calcolati per i nuclidi di interesse sono riportati in tabella 2, mentre il confronto tra valori di concentrazione di Cs-137 misurati e valori soglia è riportato in tabella 3 (si è ritenuto trascurabile il contributo del Co-60).

<sup>1</sup> EPA-402-R-93-081.

<sup>2</sup> Si assume che la contaminazione in profondità del suolo sia uniforme – ipotesi cautelativa – e che la densità media sia pari a 1,6 g/cm<sup>3</sup>.

Valori soglia in Bq/kg		
	Limite non rilevanza radiologica 10 $\mu$ Sv/anno	Limite di dose 1mSv/anno
<b>Cs-137</b>	10.000	1.000.000
<b>Co-60</b>	2.300	230.000

**Tabella 2** Valori soglia di concentrazione per la contaminazione del suolo indisturbato – esposizione esterna.

	Valore soglia di concentrazione Cs-137	Concentrazione max Cs-137/ Valore soglia
Limite non rilevanza radiologica 10 $\mu$ Sv/anno	10.000 Bq/kg	4/5
Limite dose per individui della popolazione 1 mSv/anno	1.000.000 Bq/kg	1/120

**Tabella 3** Confronto tra valori soglia di concentrazione e concentrazioni misurate.

Come si può osservare i valori di concentrazione misurati, di poco inferiori al valore soglia relativo al limite per la non rilevanza radiologica, sono molto al di sotto del valore soglia corrispondente al limite di dose per gli individui della popolazione.

Questo significa che se un individuo staziona in prossimità dello scavo o del cumulo di suolo contaminato riceve una dose da esposizione molto inferiore al limite di legge. Tuttavia è opportuno sottolineare che si tratta di una esposizione indebita.

#### *Dose da ingestione*

Per il calcolo della dose da ingestione bisogna supporre che un individuo mangi dei vegetali coltivati sul suolo contaminato. Questa eventualità, allo stato attuale, non è configurabile poiché lo strato di suolo contaminato si trova oltre 2 metri al di sotto del piano campagna su una strada vicinale. Il campione di suolo superficiale di suolo coltivato prelevato nel campo immediatamente adiacente il punto di prelievo 11 non è risultato contaminato ed è scarsamente probabile che vi sia contaminazione negli strati profondi, a livelli corrispondenti alla condotta, a causa del basso coefficiente di mobilità del Cs-137 nel suolo. Inoltre, anche supponendo che gli strati profondi siano contaminati, l'apparato radicale dei vegetali coltivati (dell'ordine di 50 cm) non si estenderebbe fino a quelle profondità.

Fatte queste premesse, per completezza del quadro radioprotezionistico, si è tuttavia proceduto ad effettuare valutazioni relative alla dose da ingestione.

Analogamente a quanto fatto per la dose da esposizione, dal momento che la contaminazione della catena alimentare può essere determinata dalla contaminazione del suolo è possibile ricavare, utilizzando opportuni fattori di trasferimento<sup>3</sup>, dei valori soglia di concentrazione per la contaminazione del suolo<sup>4</sup> [Bq/kg] che comportano il raggiungimento del limite di non rilevanza radiologica pari a 10  $\mu$ Sv/anno o del limite di dose efficace pari a 1 mSv/anno (D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.). Si può facilmente osservare che i valori soglia per i suoli coltivati sono inferiori ai valori soglia per irraggiamento diretto del suolo.

<sup>3</sup> NCRP Regular Guide n. 109.

<sup>4</sup> Si assume che la contaminazione del suolo rimanga confinata nei primi 5 cm di profondità – ipotesi cautelativa – e che la densità media sia pari a 1,6 g/cm<sup>3</sup>.

I valori calcolati per i nuclidi di interesse sono riportati in tabella 4, mentre il confronto tra valori di concentrazione di Cs-137 misurati e valori soglia è riportato in tabella 5 (si è ritenuto trascurabile il contributo del Co-60).

Valori soglia in Bq/kg		
	Limite non rilevanza radiologica 10 $\mu$ Sv/anno	Limite di dose 1mSv/anno
<b>Cs-137</b>	550	55.000
<b>Co-60</b>	440	44.000

**Tabella 4** Valori soglia di concentrazione per la contaminazione del suolo coltivato – ingestione.

	Valore soglia di concentrazione Cs-137	Concentrazione max Cs-137/ Valore soglia
Limite non rilevanza radiologica 10 $\mu$ Sv/anno	550 Bq/kg	15
Limite dose per individui della popolazione 1 mSv/anno	55.000 Bq/kg	1/7

**Tabella 5** Confronto tra valori soglia di concentrazione e concentrazioni misurate.

Come si può osservare i valori di concentrazione misurati nel punto di intervento 11, superiori al valore soglia relativo al limite per la non rilevanza radiologica, sono al di sotto del valore soglia corrispondente al limite di dose per gli individui della popolazione. In tutti gli altri punti è rispettato anche il limite per la non rilevanza radiologica, in particolare nel suolo del campo coltivato adiacente.

Questo significa che l'ingestione di vegetali coltivati su suoli contaminati con livelli paragonabili a quelli del punto di intervento 11 comporterebbe il superamento del limite per la non rilevanza radiologica, mentre sarebbe rispettato il limite di dose per gli individui della popolazione.

Tuttavia è opportuno sottolineare che il suolo del punto di intervento 11 non è coltivabile (perché posto a 2 m di profondità su una strada vicinale).

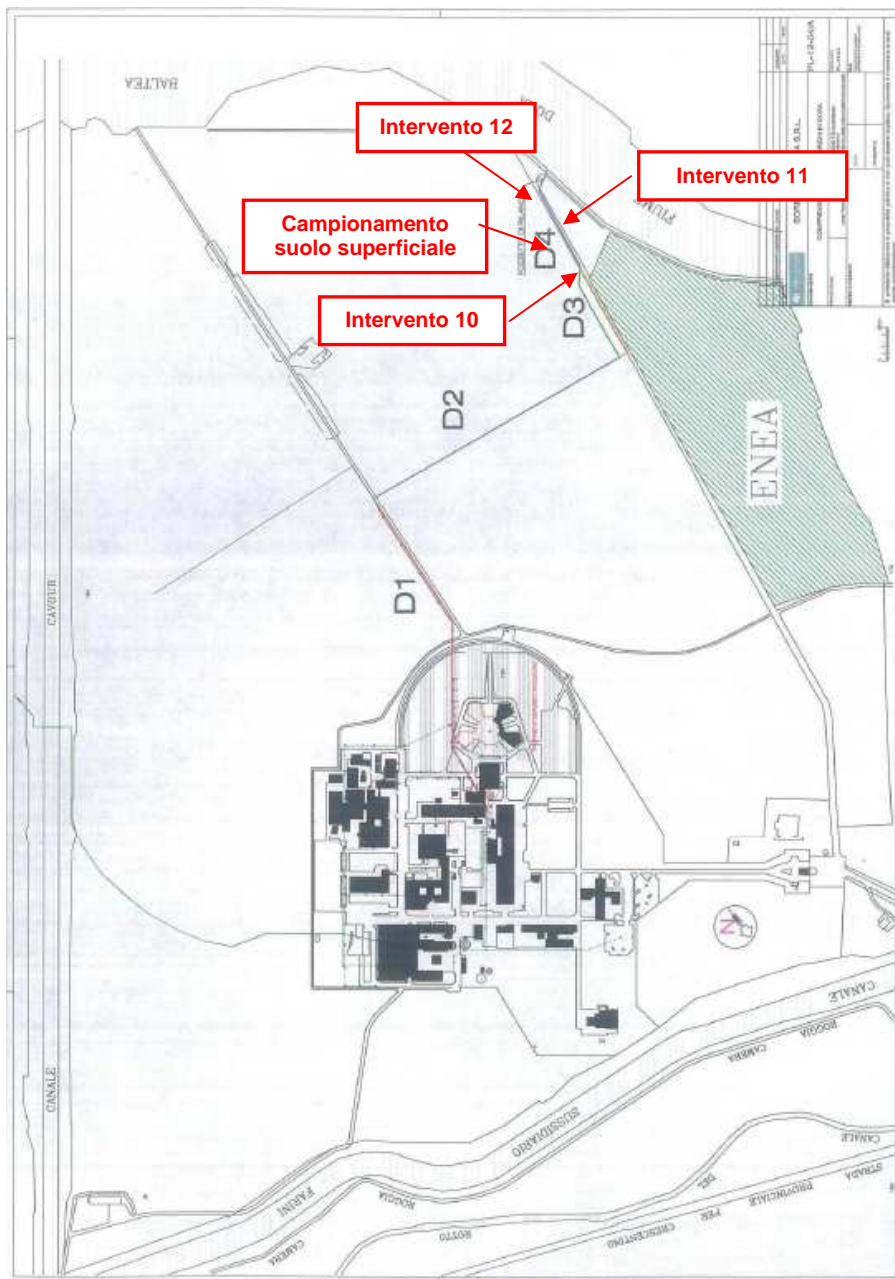
#### *Dose da inalazione*

Non si considera tale via critica perché trascurabile nel caso di Cs-137.

## **7. GESTIONE DEL SUOLO CONTAMINATO**

Il campo di applicazione del D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. è fissato in 1.000 Bq/kg (Allegato 1), per cui al di sopra di tale soglia il suolo contaminato deve essere considerato rifiuto radioattivo.

Facendo però riferimento agli scenari di esposizione di cui al punto 6 ed ai più generali casi trattati nella RP 122 della Commissione Europea *Practical Use of the Concept of Clearance and Exemption* sarebbe opportuno considerare, in via maggiormente cautelativa, il valore di 380 Bq/kg per Cs-137 come soglia per la rimozione del suolo contaminato.



**Figura 1** Planimetria del sito con percorso della condotta di scarico (tratti D).