

DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
Struttura Semplice Siti Nucleari

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO STRAORDINARIO DELL'ACQUA DI FALDA
 SUPERFICIALE NELL'AREA DI RINVENIMENTO DI FUSTI INTERRATI
 PRESSO IL SITO NUCLEARE DI BOSCO MARENGO**

Relazione tecnica n. 25/SS21.02/2017

Redazione	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	
	Nome: Luca Albertone	
	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	
Verifica	Nome: Manuela Marga	
	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	
	Nome: Giuseppe Tozzi	
Approvazione	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari	
	Nome: Laura Porzio	
Approvazione	Funzione: Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni	
	Nome: Giovanni d'Amore	

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: siti.nucleari@arpa.piemonte.it

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INDAGINI EFFETTUATE	3
3	METODOLOGIA DI MISURA	4
4	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	5
5	RISULTATI DELLE MISURE	5
6	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	7

1 PREMESSA

In questa relazione vengono riassunti i risultati del monitoraggio radiologico straordinario effettuato dell'acqua di falda superficiale campionata dai pozzi predisposti nell'area di rinvenimento di fusti interrati presso l'impianto FN-SO.G.I.N. di Bosco Marengo (AL). L'episodio risale all'agosto 2014 quando, nel corso di attività di manutenzione del verde, sono stati rinvenuti entro i confini dell'impianto stesso, nell'area campestre situata fra la recinzione di security e la recinzione esterna, fusti metallici ed altri materiali interrati.

In quell'occasione Arpa Piemonte ha effettuato delle misure di caratterizzazione radiometrica su campioni di suolo e di coibente di un fusto prelevati nell'area di interesse. I risultati, pur non avendo evidenziato particolari anomalie radiometriche, suggerivano azioni di approfondimento (si veda relazione n. 8/SS21.02/2014).

Nel contempo, al fine di verificare l'estensione degli interramenti SO.G.I.N. ha effettuato delle indagini geofisiche nei terreni circostanti l'area di ritrovamento. Le risultanze dell'indagine hanno evidenziato interramenti di manufatti vari, in diffuse zone, variamente distribuite, fino ad una profondità massima di 5 m dal piano campagna. I materiali interrati appaiono riconducibili alle pregresse attività del sito delle quali, tuttavia, non si hanno memorie né tracce documentali.

In attesa di procedere alla bonifica dell'area, SO.G.I.N., al fine di monitorare il potenziale impatto sull'acqua di falda superficiale, ha realizzato nell'intera area di pertinenza una rete di quattordici pozzi di controllo profondi 30 m rispetto al piano campagna.

Lo scopo del monitoraggio straordinario condotto da Arpa Piemonte è dunque la caratterizzazione radiometrica delle acque campionate dai pozzi predisposti, al fine di valutare l'eventuale contaminazione della falda superficiale correlabile ai rifiuti interrati.

2 INDAGINI EFFETTUATE

Come riportato in premessa, gli interramenti sono diffusi in un'ampia zona dell'area di pertinenza SO.G.I.N. In Figura 1 si riportano le risultanze delle indagini geofisiche effettuate da SO.G.I.N.

Figura 1 Distribuzione delle aree di rinvenimento.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Per la caratterizzazione radiometrica Arpa ha scelto, tra quelli realizzati da SO.G.I.N., i pozzi più vicini agli interramenti ed in particolare i punti denominati BPS1, BPS2, BPS3 e BPS8 (Figura 2). In considerazione dell'andamento della falda in questa zona (da Sud-Est a Nord-Ovest), il punto di campionamento BPS8 è situato a monte degli interramenti mentre i punti BPS1, BPS2 e BPS3 sono situati a valle.

Figura 2 pozzi di controllo interni ed esterni al Sito



3 METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte e riportati in Allegato 1 – sono stati scelti per permettere la determinazione quantitativa dei contaminanti maggiormente rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico.

Malgrado la natura dell'impianto di Bosco Marengo suggerisca la sola presenza degli isotopi dell'uranio, al fine di escludere la possibilità che i rifiuti interrati provengano anche dall'esterno del sito, si è stabilito di effettuare la caratterizzazione radiometrica completa delle acque.

Sono pertanto state utilizzate le seguenti tecniche analitiche:

- la *spettrometria gamma* che permette la determinazione simultanea, qualitativa e quantitativa, dei radionuclidi gamma emettitori presenti nella matrice considerata, sia artificiali che naturali, ed in particolare permette di individuare con elevatissima sensibilità la presenza di radioisotopi quali Cs-137 e Co-60;
- la determinazione dell'attività *alfa totale* e *beta totale* che permette la quantificazione dell'attività imputabile a tutti i radionuclidi alfa emettitori e beta emettitori presenti nel campione, senza consentirne l'analisi qualitativa;

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: siti.nucleari@arpa.piemonte.it

- i *metodi radiochimici* che prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emettitori (Plutonio, Americio, Uranio) e beta emettitori (Stronzio) e la loro successiva determinazione quantitativa; si tratta di analisi estremamente laboriose che non sono applicabili in larga scala;
- la determinazione di Tritio che prevede la distillazione del campione.

I risultati delle analisi vengono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite al volume della matrice considerata (Bq/l). La sensibilità della misura viene indicata dal *Limite di rivelabilità*: tale grandezza rappresenta la minima quantità di radioattività che la metodica analitica è in grado di rivelare. Nel caso in cui non si riveli contaminazione da parte di un certo radionuclide verrà comunque considerato il *Limite di rivelabilità* come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <).

Al fine di garantire la qualità dei dati erogati il laboratorio della struttura Siti Nucleari:

- è accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203) per i principali metodi di prova;
- partecipa con cadenza annuale a circuiti di interconfronto nazionali ed internazionali (EC, IAEA ed altri).

L'accreditamento testimonia la competenza tecnica del Laboratorio e la conformità del sistema di gestione alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 ed a qualsiasi altro criterio prescritto dall'Ente di accreditamento.

4 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

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

- catene spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo *p* o di tipo *n* e software di elaborazione ORTEC "Gamma Vision";
- Catena spettrometrica alfa con rivelatori al silicio a barriera superficiale e software di elaborazione ORTEC "Alpha Vision";
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Perkin Elmer mod. Quantulus.

5 RISULTATI DELLE MISURE

Di seguito sono riportati i risultati delle determinazioni eseguite sui campioni di acque di falda superficiale. In Tabella 1 sono riportati i parametri strettamente correlabili alle attività dell'impianto mentre in Tabella 2 sono riportati i parametri ricercati al fine di escludere la presenza di rifiuti estranei all'impianto.

Tabella 1 Risultati delle misure sui campioni di acqua sotterranea (Bq/l).

Punto	Campione	Data campionamento	Attinidi totali	U-234	U-235	U-238
BPS1	17/017292	05/04/2017	0,0268 ± 0,0042	0,0157 ± 0,0017	0,000565 ± 0,000226	0,00945 ± 0,00119
BPS2	17/017293	05/04/2017	0,0175 ± 0,0032	0,0110 ± 0,0012	< 0,000352	0,00685 ± 0,00088
BPS3	17/017294	05/04/2017	0,0227 ± 0,0038	0,0137 ± 0,0014	0,000337 ± 0,000155	0,00793 ± 0,00091
BPS8	17/017766	06/04/2017	0,0294 ± 0,0045	0,0133 ± 0,0014	0,000423 ± 0,000216	0,00875 ± 0,00103

Tabella 2 Risultati delle misure sui campioni di acqua sotterranea (Bq/l).

Punto	Campione	Data campionamento	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Co-60	Cs-137	Pu-238	Pu-239/240	H-3	Sr-90
BPS1	17/017292	05/04/2017	0,0396 ± 0,0183	0,106 ± 0,068	< 0,0208	< 0,00388	< 0,00791	< 0,000266	< 0,000219	< 1,74	< 0,00428
BPS2	17/017293	05/04/2017	< 0,0294	< 0,134	< 0,0170	< 0,00366	< 0,00315	< 0,000549	< 0,000637	< 1,69	< 0,00414
BPS3	17/017294	05/04/2017	0,0328 ± 0,0191	< 0,170	< 0,0134	< 0,00362	< 0,00206	< 0,000142	< 0,000165	< 1,74	< 0,00428
BPS8	17/017766	06/04/2017	0,0374 ± 0,0185	< 0,164	< 0,0172	< 0,00471	< 0,00788	< 0,000168	< 0,000195	< 1,69	< 0,00414

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 - 13100 Vercelli - Tel. 0161269884 - fax 0161269850 - E-mail: siti.nucleari@arpa.piemonte.it

L'analisi dei risultati delle analisi consente di formulare le seguenti osservazioni:

- non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale quali Am-241, Cs-137, Co-60, Sr-90, Pu-238 e Pu-239/240;
- i valori delle concentrazioni di attività alfa totale e beta totale nei punti BPS1, BPS2 e BPS3 a valle degli interramenti sono del tutto confrontabili con i valori del pozzo BPS8 a monte e sono imputabili alla presenza di isotopi di origine naturale;
- i valori delle concentrazioni di attività di U-234, U-235 e U-238 nei pozzi a valle dell'area di interesse sono confrontabili con quelle del pozzo a monte. Inoltre i valori di arricchimento calcolati (Tabella 3) consentono di affermare che la presenza di uranio è di origine naturale e non correlabile all'impianto.

Tabella 3 Valori di arricchimento.

Punto	Campione	Data campionamento	Arricchimento
BPS1	17/017292	05/04/2017	0,92% ± 0,39%
BPS2	17/017293	05/04/2017	< 0,79%
BPS3	17/017294	05/04/2017	0,66% ± 0,31%
BPS8	17/017766	06/04/2017	0,75% ± 0,39%

- i valori delle concentrazioni di uranio presenti nell'acqua di falda superficiale campionata nei pozzi oggetto del monitoraggio straordinario sono confrontabili con quelli abitualmente riscontrati nell'acqua di falda superficiale campionata nei pozzi della rete di monitoraggio ordinario del sito (Tabella 4 e Figura 3).

Tabella 4 Risultati medi delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi della rete di monitoraggio ordinario (Bq/l).

Punto	U-234			U-235			U-238			Arricchimento medio
	MIN	MAX	MEDIA	MIN	MAX	MEDIA	MIN	MAX	MEDIA	
BP01	0,00582	0,0197	0,0147	0,000202	0,00152	0,00062	0,00382	0,0117	0,00885	0,83% ± 0,17%
BP02	0,0106	0,0191	0,0149	0,000273	0,00611	0,00101	0,00627	0,0110	0,00881	0,85% ± 0,21%
BP03	0,0117	0,0186	0,0157	0,000315	0,00165	0,000774	0,00740	0,0112	0,00950	0,79% ± 0,30%
BP04	0,0136	0,0256	0,0184	0,000417	0,00594	0,00112	0,00687	0,0135	0,00999	0,87% ± 0,15%
BP05	0,00225	0,0604	0,0185	0,000198	0,00152	0,000754	0,00107	0,0316	0,00983	1,02% ± 0,32%
BP06	0,00592	0,0305	0,0157	0,000225	0,00116	0,000617	0,00349	0,0154	0,00843	0,86% ± 0,19%

Figura 3 Ubicazione dei pozzi della rete di monitoraggio ordinario del sito di Bosco Marengo.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: siti.nucleari@arpa.piemonte.it

6 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Dalle misurazioni effettuate si può escludere che, allo stato attuale, gli interramenti abbiano prodotto la contaminazione della falda acquifera superficiale. In particolare:

- si esclude la presenza di radionuclidi artificiali;
- si attribuisce la presenza di uranio alla sola origine naturale e quindi non riconducibile all'impianto.

Al fine di tenere sotto controllo la situazione, il campionamento dei pozzi oggetto di questo monitoraggio straordinario sarà inserito nel programma di monitoraggio ordinario del sito di Bosco Marengo.

ALLEGATO 1 – Metodi

- U.RP.M827 “Spettrometria gamma ad alta risoluzione” – metodo interno accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 15 del 18/12/2014);
- U.RP.M994 “Determinazione del contenuto di attività di H-3 in acqua mediante scintillazione liquida” – ISO 9698: 2010 Water quality - Determination of tritium activity concentration - Liquid scintillation counting method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede G Alessandria – Elenco prove revisione 11 del 18/12/2014);
- U.RP.MA009 “Determinazione della concentrazione di attività alfa totale e beta totale nelle acque non saline mediante scintillazione liquida” – ISO 11704: 2010 Water quality - Measurement of gross alpha and beta activity concentration in non-saline water - Liquid scintillation counting method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede G Alessandria – Elenco prove revisione 12 del 24/09/2015);
- U.RP.MA008 “Determinazione di Stronzio 89 e Stronzio 90 in acqua” – ISO 13160: 2012 Water quality - Strontium 90 and strontium 89 – Test methods using liquid scintillation counting or proportional counting – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 15 del 18/12/2014);
- U.RP.MA017 “Determinazione degli isotopi di uranio in acqua” – ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- U.RP.MA079 “Determinazione degli isotopi di americio, curio, nettunio e plutonio in acqua” – ISO 13167: 2015 Water quality - Plutonium, americium, curium and neptunium - Test method using alpha spectrometry – metodo normalizzato.
- U.RP.T085 “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: siti.nucleari@arpa.piemonte.it