

**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI**  
**Struttura Semplice 21.01 – Radiazioni ionizzanti**

**TITOLO**

**Valutazione e comparazione misure di radioattività ambientale condotte da ARPA e  
da LTF nella zona interna ed esterna all'area cantiere  
Cunicolo esplorativo de "La Maddalena"  
Periodo di monitoraggio luglio 2014 - dicembre 2014**

**Relazione tecnica n.664/IR**

Il sistema di gestione qualità è certificato ISO 9001:2008 da SAI GLOBAL ITALIA

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: [radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it)

## INDICE

	<b>pag</b>
1 Premessa	3
2 Sopralluoghi Arpa e misure di radioattività ambientale.	3
3 Monitoraggio interno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale e comparazione risultati.	5
3.1 Misure di concentrazione di attività radon in aria.	5
3.2 Misure di rateo di dose gamma e analisi di spettrometria gamma. Cunicolo esplorativo	
8	
3.3 Misure di rateo di dose e di spettrometria gamma - cumuli di smarino.	10
3.4 Misure di radioattività sulle acque di ingresso e sui fanghi di risulta dell'impianto di depurazione.	15
3.5 Monitoraggio delle particelle aerodisperse – stazione interna al cantiere.	19
4 Monitoraggio esterno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale.	22
4.1 Monitoraggio radon, analisi dei dati.	22
4.2 Il monitoraggio delle particelle aerodisperse, analisi dei dati.	23
4.3 Il monitoraggio delle risorse idriche superficiali, valutazione dei risultati.	27
4.4 Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, valutazione dei risultati.	29
5 Conclusioni	32

### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: [radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it)

## 1 Premessa

Nel presente documento sono riportati ed analizzati i dati trasmessi da LTF inerenti il monitoraggio delle radiazioni ionizzanti condotto nell'area interna ed esterna al cantiere nel periodo luglio-dicembre 2014. Per completezza, nella presente relazione, sono anche discussi i dati, non pervenuti precedentemente a questo Ente, relativi ai seguenti monitoraggi effettuati, nel corso dell'anno 2014, in zona interna al cantiere:

- campionamenti in continuo delle particelle aerodisperse su filtro per PTS (analisi alfa e beta settimanale e spettrometria gamma mensile);
- analisi di spettrometria gamma eseguite su campioni di smarino (mensili);
- misure di radioattività sulle acque convogliate all'impianto di depurazione;
- misure di rateo di dose gamma sui fanghi di risulta dall'impianto di depurazione.

I dati trasmessi da LTF sono stati controllati da Arpa anche tramite confronto con i dati rilevati c/o il cantiere dai propri tecnici, e con l'analisi di laboratorio di campioni precedentemente analizzati da LTF.

## 2 Sopralluoghi Arpa e misure di radioattività ambientale.

Nel periodo luglio – dicembre dell'anno 2014, i tecnici del Dipartimento Tematico Radiazioni hanno effettuato presso il cantiere i seguenti sopralluoghi:

- ❖ in data 26/08/2014 (verbale n.17/IV/2014), nel corso del quale sono state fatte:
  - misure di attività radon entro il cunicolo attraverso il posizionamento di 5 dosimetri a tracce sulla TBM nelle zone denominate: coda (a Pk 0+937m), passaggio nastri (a Pk 1+87m), caduta smarino (a Pk 1+117m), geiger (a Pk 1+142m), cabina comandi (a Pk 1+153m);
  - misure in doppio di rateo di dose gamma sui fanghi disidratati dall'impianto di depurazione, all'interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 26 - piazzola P3) con uno scintillatore plastico "Automess" di Arpa e con un rateometro "Atomtex" di CMC;

### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

- prelievo di un campione di smarino dal cumulo 26 .- Piazzola P3 e di un campione di fanghi disidratati dell'impianto di depurazione per analisi di spettrometria gamma;
- acquisizione di una aliquota del campione, prelevato da CMC, di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale.

Durante il sopralluogo sono stati inoltre richiesti i filtri per PTS analizzati dai laboratori incaricati da LTF ed utilizzati, nel periodo gennaio giugno 2014, nella stazione collocata in prossimità dell'ingresso del cunicolo, attiva per il monitoraggio della radioattività del particolato atmosferico.

- ❖ in data 08/10/2014 (verbale n.19/IV/2014), nel corso del quale sono state eseguite:
- misure di concentrazione di attività radon entro il cunicolo tramite: sostituzione di n.5 dosimetri passivi a tracce collocati nel corso del precedente sopralluogo e posizionamento di un nuovo dosimetro sulla TBM in prossimità della postazione lavori meccanici (a Pk 1+177m). Si è provveduto, inoltre al ritiro del dosimetro posizionato in data 30/05/2014 a Pk 0+195m, mentre sono risultati persi i dosimetri sempre collocati sulle pareti del cunicolo a: Pk 0+120m, Pk 0+130m, Pk 0+145m, Pk 0+275m, Pk 0+440m ;
- misure di rateo di dose gamma in doppio all'interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 28 – piazzola P3) dal quale è stato prelevato un campione per analisi di spettrometria gamma;

Nel corso del sopralluogo si è accertata la sostituzione del Geiger sulla TBM e il posizionamento, sempre sulla TBM, di un monitore in continuo "MR1" per la misura della concentrazione di attività radon all'interno della zona di scavo.

- ❖ in data 17/12/2014 (verbale n.27/IV/2014), nel corso del quale sono state eseguite:
- misure di concentrazione di attività radon entro il cunicolo con posizionamento di 6 dosimetri collocati lungo la struttura della TBM.
- misure di rateo di dose gamma entro il cunicolo con posizionamento di dosimetri TLD (dosimetri a termoluminescenza): in corrispondenza del geiger sulla TBM a Pk 1+896m, a Pk 1+560m, a Pk 1+200m, a Pk 0+900m, a Pk 0+550m, e a Pk 0+200m;

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

- misure in doppio di rateo di dose gamma all'interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 38 – piazzola P2) dal quale è stato prelevato un campione per analisi di spettrometria gamma;

Nel corso di tale sopralluogo, è stato inoltre acquisito il certificato di taratura LAT 065 142844/S/10/14 datato 17/10/2014 del rateometro "Atomtex" utilizzato da CMC per le misure di rateo di dose gamma ambientale.

### **3 Monitoraggio interno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale e comparazione risultati.**

#### **3.1 Misure di concentrazione di attività radon in aria.**

Le misure di concentrazione di attività radon rivelate all'interno del cunicolo esplorativo de "la Maddalena" e finalizzate alla tutela dei lavoratori sono state effettuate da Arpa utilizzando dei dosimetri passivi a tracce collocati principalmente sulla struttura mobile della TBM, con lo scopo di monitorare la concentrazione radon in funzione dell'avanzamento della fresa. Dal 26/06/2014 al 17/12/2014 l'avanzamento è stato di circa 950 m. Le misure di concentrazione radon sono invece state condotte da LTF con l'utilizzo sia di dosimetri passivi (E-perm) che di monitori in continuo.

In tabella 1 sono riportati i valori di concentrazione radon misurati da Arpa (metodo interno U.R.P.M781-rev.3:2014) nel periodo luglio - dicembre 2014.

#### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

<b>MISURE ARPA DI CONCENTRAZIONE RADON (CRn) ENTRO IL CUNICOLO ESPLORATIVO</b>				
<b>Punto Esposizione</b>	<b>Data inizio esposizione</b>	<b>Data fine esposizione</b>	<b>CRn</b>	<b>SCRn</b>
			<b>(Bq/m<sup>3</sup>)</b>	
10 – geiger su TBM	24/06/2014	26/08/2014	183	17
15 – zona caduta smarino TBM	24/06/2014	26/08/2014	142	14
13 – piattaforma in coda TBM	24/06/2014	26/08/2014	51	8
5 - PK 195	30/04/2014	08/10/2014	47	5
14 – cabina comandi TBM	26/08/2014	08/10/2014	79	17
10 -geiger su TBM	26/08/2014	08/10/2014	66	12
15 – zona caduta smarino TBM	26/08/2014	08/10/2014	51	11
11 - TBM passaggio nastri 2 e 3	26/08/2014	08/10/2014	83	13
13 – piattaforma in coda TBM	26/08/2014	08/10/2014	57	11
14 – cabina comandi TBM	08/10/2014	17/12/2014	31	7
15 – zona caduta smarino TBM	08/10/2014	17/12/2014	29	6
11 - TBM passaggio nastri 2 e 3	08/10/2014	17/12/2014	30	6
TBM lavori meccanici	08/10/2014	17/12/2014	43	10
13 – piattaforma in coda TBM	08/10/2014	17/12/2014	16	5

Tabella 1: misure ARPA di concentrazione di attività radon. Periodo luglio-dicembre 2014

CRn = Concentrazione Radon – SCRn = Scato tipo

Nei grafici di figura 1 e 2 sono invece rappresentati, per i dosimetri collocati sulla TBM, i valori medi della concentrazione radon in funzione del tempo di misura e della loro distanza dal fronte scavo.

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

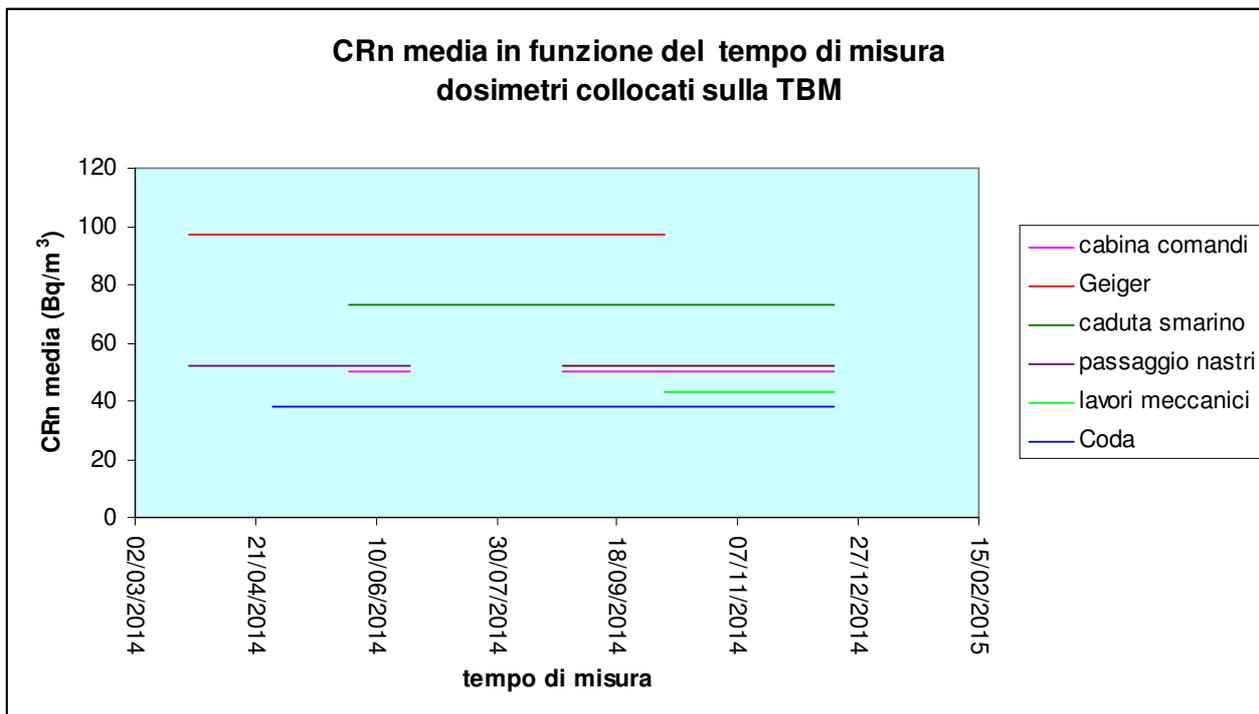


Figura 1:CRn media nelle varie postazioni di misura.  
La lunghezza della linea rappresenta il tempo di integrazione.

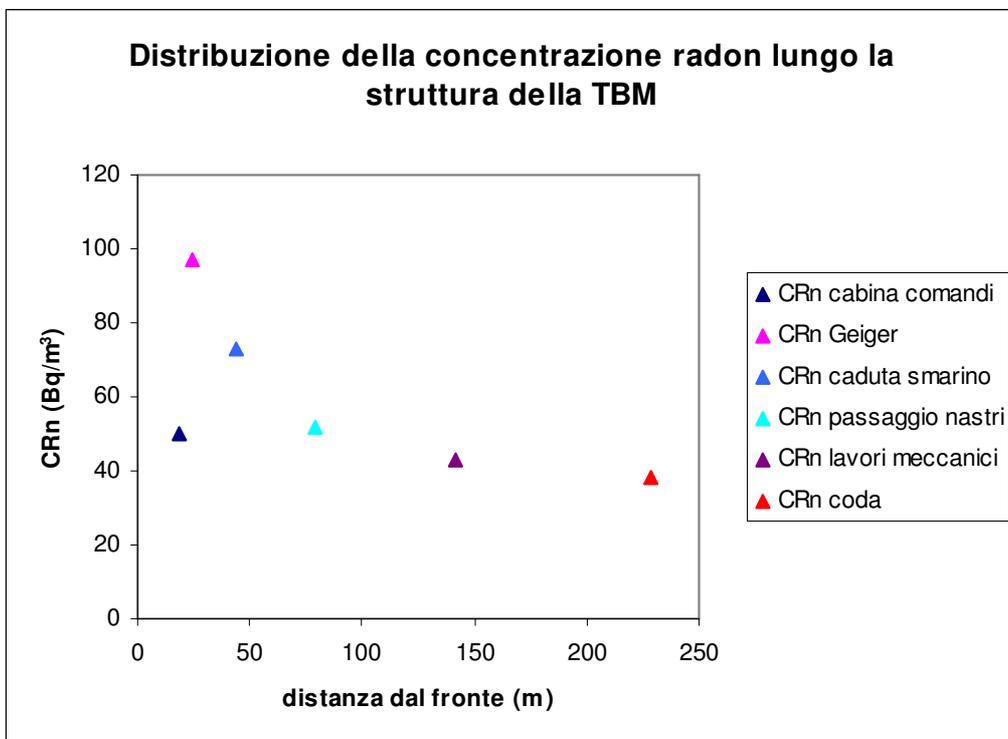


Figura 2:CRn media in funzione del distanza dal fronte scavo

I grafici mostrano che i valori medi delle concentrazioni radon, calcolate pesando sui tempi di esposizione dei dosimetri, decrescono con l'aumento della distanza del fronte scavo ad eccezione del dato medio di radon ottenuto per la cabina comandi della TBM che non segue l'andamento degli altri valori.

Si osserva dalla tabella 1 e dalle figure 1 e 2 che i valori rilevati lungo la struttura della TBM, ove vi è maggior permanenza di personale addetto ai lavori di scavo, risultano molto al di sotto del livello d'azione di  $500 \text{ Bq/m}^3$  fissato dalla normativa in materia (D.Lvo 230/95 e s.m.i) e tutti inferiori alla soglia di "sorveglianza stabilita" ( $200 \text{ Bq/m}^3$ ).

Non è stato fatto un confronto tra i dati di concentrazione radon rilevati da Arpa con i dati trasmessi da LTF e riportati nei report mensili dell'Esperto Qualificato (E.Q.), perché:

- la maggior parte dei dati rilevati tramite i dosimetri  $E_{perm}$ , sono stati spesso invalidati dall'E.Q. per presenza di umidità o polvere sull'elettrodo ed inoltre non è chiara la loro esatta collocazione (Kilometer progressive) all'interno del cunicolo;
- i dati di verifica acquisiti in continuo con il monitor  $Rad_7$  sono stati rilevati in tempi di misura molto brevi (1 h);
- i valori medi giornalieri acquisiti con il monitor in continuo MR01 nel periodo dal 02/10/2014 al 10/11/2015 sembrerebbero non attendibili infatti molti valori risultano inferiori alle tipiche concentrazioni di radon outdoor.

### **3.2 Misure di rateo di dose gamma e analisi di spettrometria gamma. Cunicolo esplorativo**

I dati di rateo di dose gamma (periodo luglio – dicembre 2014) sono stati acquisiti da LTF entro la zona di scavo tramite un Geiger – Mueller "Guardian Ray" posizionato sulla TBM in prossimità della cabina comandi e utilizzando un rateometro tipo "Atomtex".

In figura 3 è mostrato l'andamento nel tempo dei valori di rateo acquisiti dal Geiger (punti in blu) e acquisiti con l'utilizzo del rateometro (punti in rosso). I valori riportati sono stati corretti utilizzando i fattori moltiplicativi ( $Fc^{Geiger}=0,90$  e  $Fc^{Atomtex}=0,95$ ) calcolati e riportati nell'appendice alla nostra precedente relazione n.647/IR/2014.

#### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

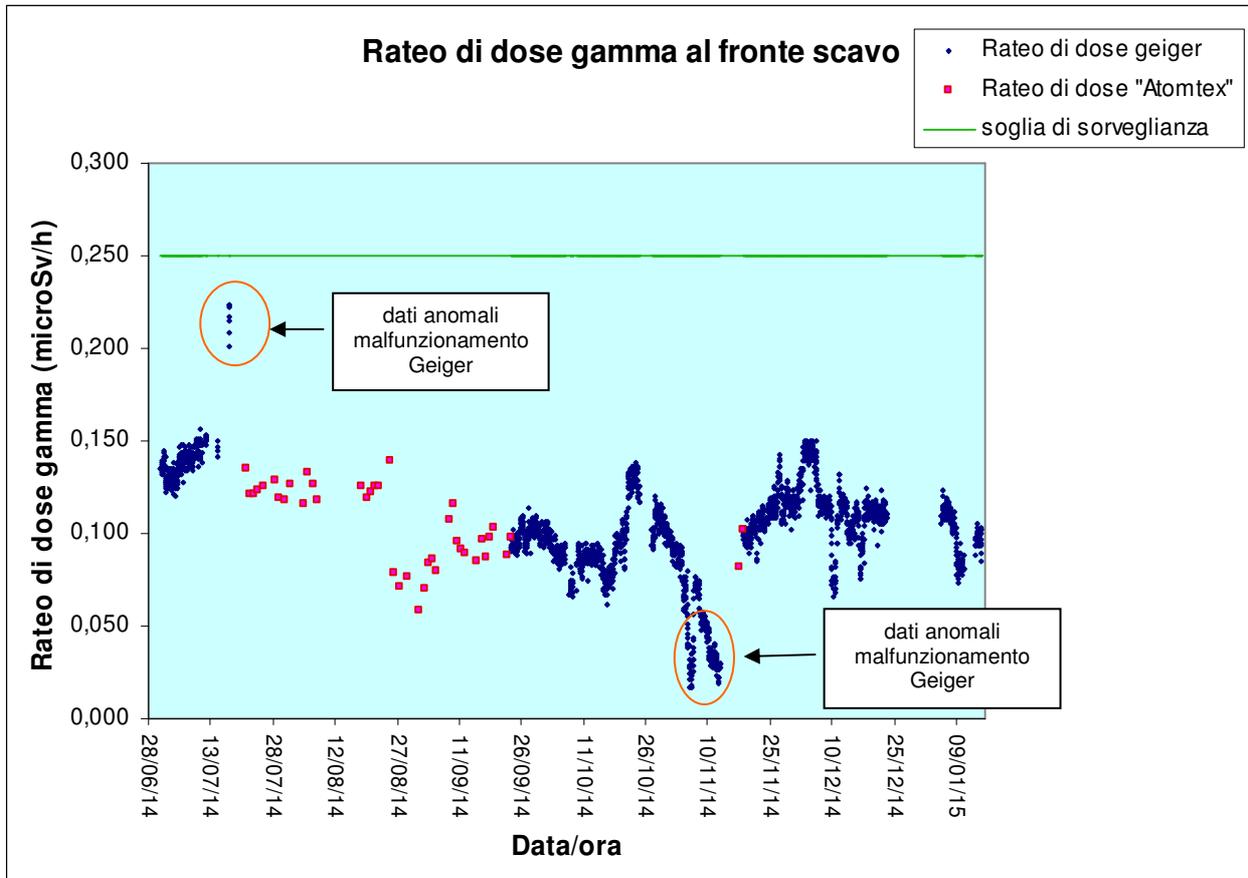


Figura 3: andamento temporale del rateo di dose gamma - interno cunicolo

I due set di valori misurati al fronte scavo (rilevazioni tramite "Geiger" e "Atomtex") sono stati analizzati statisticamente e come mostrato dal box plot di figura 4, relativo ai dati di rateo acquisiti dal Geiger, sono evidenti degli outliers generati da un probabile funzionamento anomalo dello strumento in continuo (linee chiuse di colore arancio nel grafico di figura 3).

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

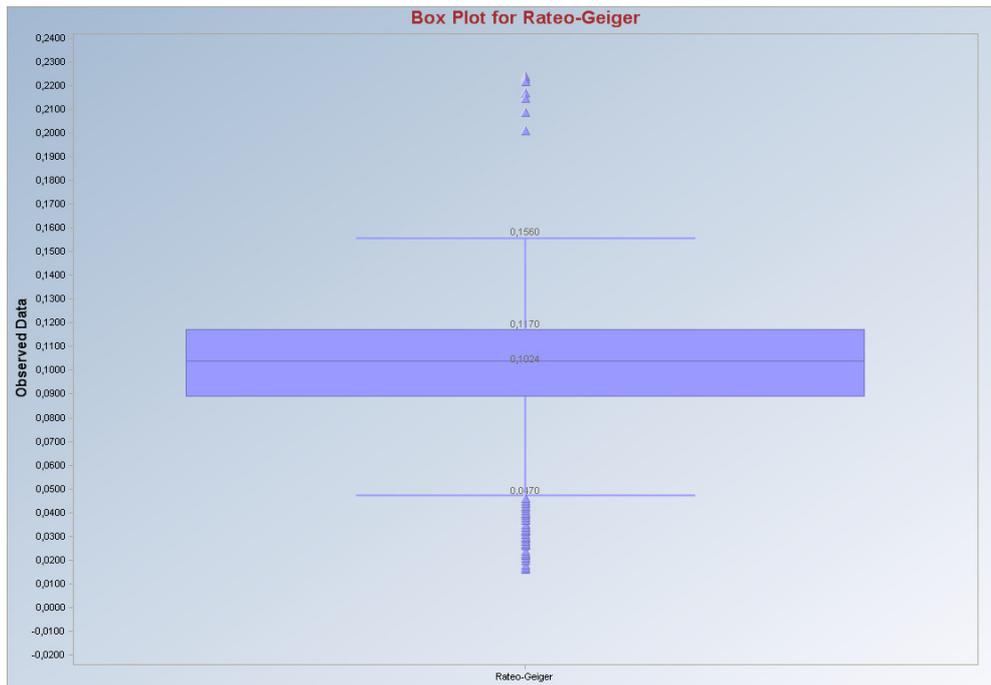


Figura 4: Box plot – valori di rateo di dose gamma acquisiti tramite il Geiger sulla TBM

Dai grafici si osserva che valori di rateo di dose al fronte scavo risultano tutti ampiamente inferiori alla “soglia di sorveglianza” di 250 mSv/h (linea verde in figura 3).

Anche i rilievi radiometrici eseguiti da Arpa, entro il cunicolo, spesso anche in doppio (vedi i verbali Arpa di sopralluogo al cantiere), sono risultati comparabili, entro l’incertezza di misura, con i rilievi effettuati da LTF e non hanno evidenziato alcuna criticità.

### 3.3 Misure di rateo di dose e di spettrometria gamma - cumuli di smarino.

La radioattività del materiale di scavo è controllata giornalmente da LTF tramite acquisizione del rateo di dose gamma sui cumuli di smarino con un rateometro “Atomtex” e con analisi di spettrometria gamma, volte alla determinazione della concentrazione di attività dei principali radionuclidi contenuti, eseguite su campioni di smarino prelevati mensilmente. Per un controllo sulla correttezza dei dati trasmessi, generalmente con cadenza mensile, le stesse misure radiometriche (misure di rateo di dose tramite uno scintillatore plastico “Automess” e le analisi di spettrometria gamma sui campioni di smarino) sono effettuate dai tecnici del Dipartimento Tematico Radiazioni.

#### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Le medie giornaliere dei valori rateo di dose gamma acquisiti da LTF sui cumuli di smarino nel corso dell'anno 2014 sono riportati in figura 5.

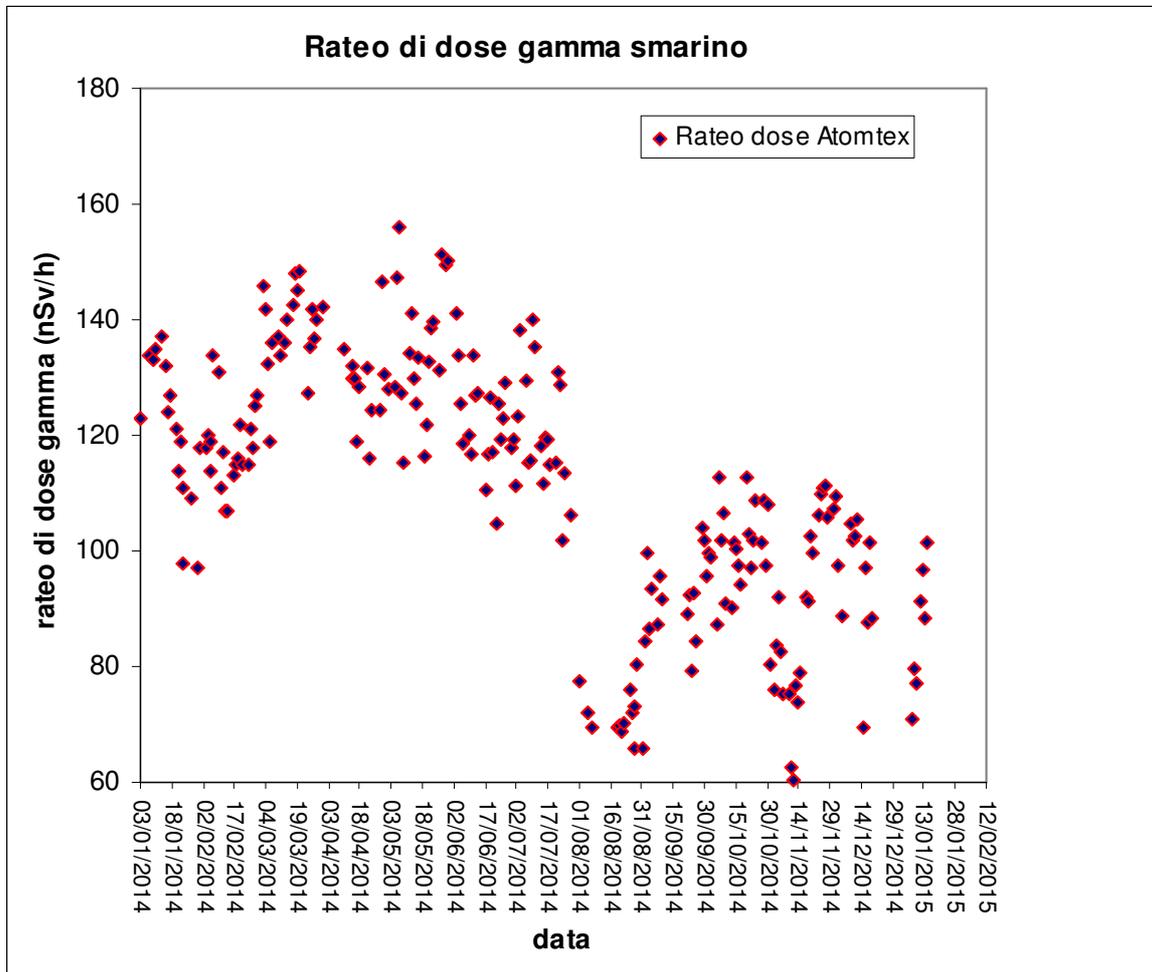


Figura 5: curva dei valori medi giornalieri di rateo di dose gamma acquisiti da CMC sullo smarino

Il grafico di figura 6, invece, mette a confronto i dati di rateo acquisiti nel semestre luglio – dicembre 2014 sullo smarino (in rosso) e sul fronte di scavo, per i quali si evidenzia un sostanziale accordo. I dati di rateo di dose riportati in figura 6 sono stati corretti utilizzando il metodo indicato nell'appendice alla relazione Arpa n.647/IR/2014.

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

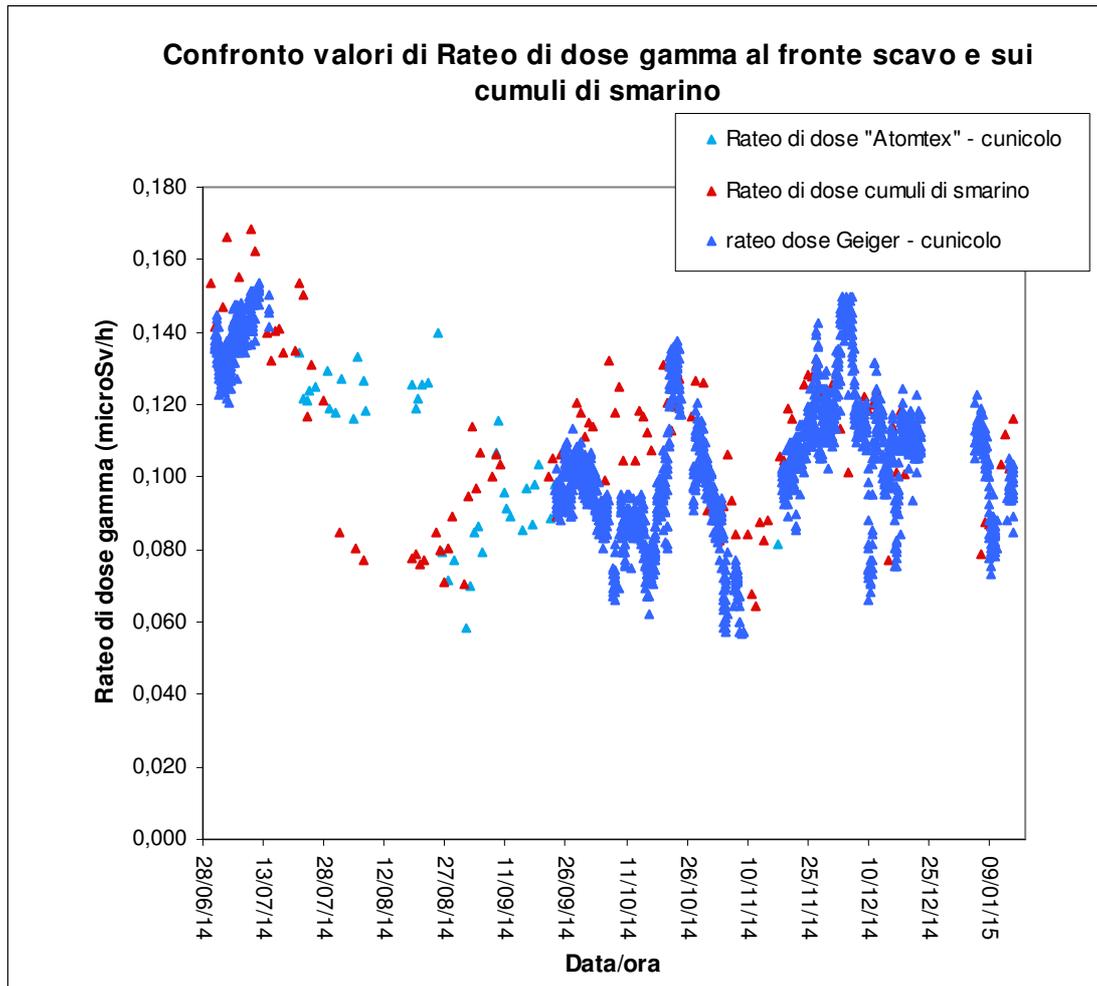


Figura 6: confronto valori rateo di dose acquisiti da LTF al fronte scavo e sui cumuli di smarino  
luglio - dicembre 2014.

I valori di rateo acquisiti sui cumuli di smarino risultano nella norma e tipici di materiali a medio-basso contenuto di radioattività, come mostrato nelle tabelle 2, 3, 4 e 5 che riassumono i dati di concentrazione di attività dei principali radionuclidi, presenti nel materiale di scavo. Poiché nel semestre luglio-dicembre 2014, LTF ha reso disponibili anche i dati della spettrometria gamma eseguita su campioni di smarino prelevati nel primo semestre dell'anno 2014, si riportano a confronto i risultati delle analisi eseguite dal nostro Dipartimento (Metodo Interno U.R.P. M827-rev.5:2014) e da LTF relative all'anno 2014.

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

**Confronto risultati LTF/ARPA - analisi di spettrometria gamma eseguite su campioni di smarino**

RADIONUCLIDE	LTF	ARPA	LTF	ARPA	LTF
	Prelievo del 14/01/2014	Prelievo del 20/02/2014	Prelievo del 11/02/2014	Prelievo del 24/03/2014	Prelievo del 18/03/2014
	Concentrazione di attività Bq/kg				
<sup>234</sup> Pa <sup>m</sup>	/	70 ± 33	/	80 ± 36	/
<sup>226</sup> Ra	46 ± 1	53 ± 11	41 ± 1	67 ± 9	71 ± 2
<sup>214</sup> Pb	45 ± 3	46 ± 7	41 ± 3	69 ± 8	71 ± 4
<sup>214</sup> Bi	47 ± 6	41 ± 6	40 ± 6	68 ± 7	72 ± 7
<sup>228</sup> Ac	49 ± 5	48 ± 6	44 ± 4	41 ± 4	44 ± 5
<sup>212</sup> Pb	48 ± 2	54 ± 9	45 ± 2	43 ± 5	48 ± 2
<sup>212</sup> Bi	/	34 ± 5	/	27 ± 5	/
<sup>208</sup> Tl	48 ± 3	16 ± 2	45 ± 3	14 ± 2	47 ± 3
<sup>235</sup> U	/	< 0,77	/	< 0,83	/
<sup>40</sup> K	940 ± 30	1142 ± 130	950 ± 30	923 ± 80	910 ± 30

Tabella 2: analisi di spettrometria gamma su campioni di smarino- confronto risultati LTF/ARPA

(gennaio – marzo 2014)

**Confronto risultati LTF/ARPA - analisi di spettrometria gamma eseguite su campioni di smarino**

RADIONUCLIDE	ARPA	LTF	ARPA	LTF
	Prelievo del 28/04/2014	Prelievo del 15/04/2014	Prelievo del 30/05/2014	Prelievo del 13/05/2014
	Concentrazione di attività Bq/kg			
<sup>234</sup> Pa <sup>m</sup>	70 ± 47	/	62 ± 25	/
<sup>226</sup> Ra	25 ± 5	33 ± 1	42 ± 6	51 ± 1
<sup>214</sup> Pb	31 ± 4	33 ± 3	39 ± 5	50 ± 3
<sup>214</sup> Bi	32 ± 4	33 ± 6	36 ± 4	53 ± 6
<sup>228</sup> Ac	45 ± 5	47 ± 5	45 ± 5	41 ± 5
<sup>212</sup> Pb	45 ± 6	47 ± 2	49 ± 6	47 ± 2
<sup>212</sup> Bi	39 ± 5	/	30 ± 3	/
<sup>208</sup> Tl	16 ± 2	48 ± 3	15 ± 2	44 ± 3
<sup>235</sup> U	0,69 ± 0,41	/	< 0,35	/
<sup>40</sup> K	1200 ± 110	1020 ± 30	1360 ± 130	1170 ± 30

Tabella 3: analisi di spettrometria gamma su campioni di smarino- confronto risultati LTF/ARPA

(aprile – maggio 2014)

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

**Confronto risultati LTF/ARPA - analisi di spettrometria gamma eseguite su campioni di smarino**

RADIONUCLIDE	ARPA	LTF	LTF	LTF
	Prelievo del 24/06/2014	Prelievo del 05/06/2014	Prelievo del 30/06/2014	Prelievo del 30/07/2014
	Concentrazione di attività Bq/kg			
<sup>234</sup> Pa <sup>m</sup>	41 ± 25	/	/	/
<sup>226</sup> Ra	30 ± 5	38 ± 1	30 ± 1	28 ± 2
<sup>214</sup> Pb	32 ± 4	38 ± 3	29 ± 2	28 ± 5
<sup>214</sup> Bi	32 ± 4	37 ± 6	34 ± 6	30 ± 13
<sup>228</sup> Ac	40 ± 4	43 ± 5	44 ± 4	43 ± 9
<sup>212</sup> Pb	41 ± 5	44 ± 2	42 ± 1	46 ± 3
<sup>212</sup> Bi	29 ± 4	/	/	/
<sup>208</sup> Tl	14 ± 2	46 ± 3	40 ± 2	42 ± 5
<sup>235</sup> U	< 0,39	/	/	/
<sup>40</sup> K	930 ± 89	1110 ± 30	950 ± 20	930 ± 60

Tabella 4: analisi di spettrometria gamma su campioni di smarino- confronto risultati LTF/ARPA (giugno – luglio 2014)

**Confronto risultati LTF/ARPA - analisi di spettrometria gamma eseguite su campioni di smarino**

RADIONUCLIDE	ARPA	LTF	LTF	ARPA	ARPA
	Prelievo del 26/08/2014	Prelievo del 02/09/2014	Prelievo del 25/09/2014	Prelievo del 08/10/2014	Prelievo del 17/12/2014
	Concentrazione di attività Bq/kg				
<sup>234</sup> Pa <sup>m</sup>	30 ± 25	/	/	70 ± 44	31 ± 21
<sup>226</sup> Ra	20 ± 3	17 ± 1	18 ± 1	30 ± 6	28 ± 4
<sup>214</sup> Pb	18 ± 2	16 ± 3	18 ± 2	32 ± 4	26 ± 34
<sup>214</sup> Bi	17 ± 2	17 ± 9	17 ± 7	31 ± 3	26 ± 3
<sup>228</sup> Ac	25 ± 3	19 ± 7	25 ± 5	33 ± 4	35 ± 4
<sup>212</sup> Pb	27 ± 3	21 ± 2	26 ± 1	34 ± 4	36 ± 4
<sup>212</sup> Bi	17 ± 2	/	/	21 ± 4	23 ± 3
<sup>208</sup> Tl	8 ± 1	21 ± 2	24 ± 2	11 ± 1	12 ± 1
<sup>235</sup> U	1,39 ± 0,86	/	/	3,87 ± 1,82	1,61 ± 0,95
<sup>40</sup> K	538 ± 47	420 ± 40	550 ± 30	911 ± 82	964 ± 86

Tabella 5: analisi di spettrometria gamma su campioni di smarino- confronto risultati LTF/ARPA (agosto – dicembre 2014)

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

### 3.4 Misure di radioattività sulle acque di ingresso e sui fanghi di risulta dell'impianto di depurazione.

Poiché il cantiere è dotato di un impianto di depurazione al quale sono convogliate sia le acque di lavorazione che quelle provenienti dalla zona di scavo, LTF effettua un controllo sui valori di radioattività sia sulle acque in ingresso che sui fanghi di risulta prodotti dallo stesso, prima del loro smaltimento. Le acque di ingresso all'impianto di depurazione, campionate con frequenza settimanale, vengono analizzate per la determinazione della concentrazione di attività alfa e beta totale. Nel grafico in figura 7 sono riportati i risultati di tali analisi con evidenziate rispettivamente in rosso e in blu le "soglie di intervento" per l'alfa ed il beta totale.

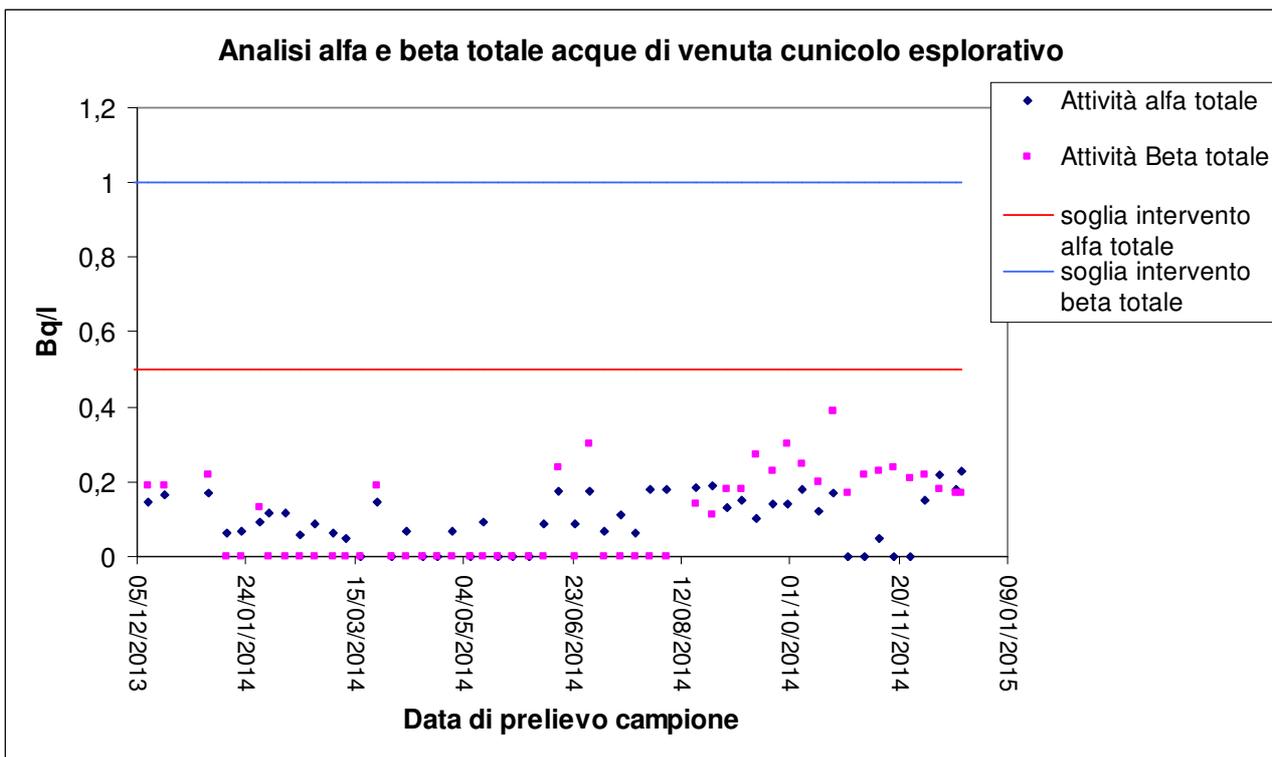


Figura 7: analisi alfa e beta totale sulle acque convogliate all'impianto di depurazione

Anno 2014

#### ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Il grafico evidenzia che i valori di concentrazione di attività alfa e beta totale risultano ampiamente inferiori ai valori di *screening* (0,5 Bq/l per l'alfa totale e 1 Bq/l per il beta totale).

Inoltre, poiché nel corso del sopralluogo in cantiere del 26/08/2014 è stata acquisita dai Tecnici Arpa un'aliquota del campione di acqua prelevato nello stesso giorno dal Consorzio Eraclito, si riportano a confronto, in tabella 6, i risultati delle analisi eseguite da Arpa impiegando il metodo della scintillazione liquida (Metodo UNI 11260 –U.R.P.M805) e dal Laboratorio incaricato da LTF.

Acque di ingresso all'impianto di depurazione				
Analisi Arpa			Analisi LTF	
Data prelievo	Attività alfa Totale	Attività Beta Totale	Attività alfa Totale	Attività Beta Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)
26/08/2014	0,085 ± 0,024	0,204 ± 0,089	0,19 ± 0,02	0,11 ± 0,04

Tabella 6: confronto Arpa/LTF - determinazione alfa e beta totale su acque ingresso impianto di depurazione

I dati delle analisi effettuate sulla stessa aliquota, pur confermando i bassi valori di radioattività nelle acque, non risultano completamente compatibili; i dati trasmessi da LTF infatti evidenziano una sovrastima della concentrazione di attività alfa e una sottostima della beta.

Il controllo radiometrico sui fanghi di risulta dall'impianto di depurazione avviene tramite l'acquisizione dei valori di rateo di dose gamma sui cumuli, prima del loro smaltimento. La tabella 7 riporta i dati delle rilevazioni trasmesse.

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

DATA MISURA	FONDO GAMMA (nSv/h)	RATEO DI DOSE GAMMA (nSv/h)
10/07/2014	/	99
05/08/2014	/	102
07/08/2014	/	95
05/09/2014	47	121
25/09/2014	48	99
18/12/2014	45	103
09/01/2015	44	103

Tabella 7:rateo di dose gamma rilevato da LTF sui fanghi di risulta dall'impianto di depurazione

Un controllo dei livelli di radioattività sui fanghi di risulta dell'impianto è stato fatto dai Tecnici del Dipartimento Tematico Radiazioni in data 26/08/2014, con delle misurazioni in doppio del rateo di dose (con uno scintillatore plastico "Automess" di Arpa e con un rateometro "Atomtex" di LTF) e prelevando un campione di fanghi per analisi di spettrometria gamma (figura 8).

I risultati di tali misurazioni sono riassunti nelle tabelle 8 e 9.



Figura 8:immagine relativa al campionamento dei fanghi di risulta dell'impianto di depurazione

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

<b>RATEO DI DOSE GAMMA SUI FANGHI DI RISULTA          IMPIANTO DI DEPURAZIONE - SOPRALLUOGO ARPA          DEL 26/08/2014</b>		
<b>DOSE GAMMA</b>	<b>ARPA</b>	<b>LTF</b>
	<b>nSv/h</b>	<b>nSv/h</b>
<b>FONDO</b>	<b>95</b>	<b>45</b>
<b>FANGHI</b>	<b>185</b>	<b>105</b>

Tabella 8: misure in doppio di rateo di dose gamma sui fanghi - sopralluogo 26/08/2014

<b>Analisi ARPA di spettrometria gamma su campione          di fanghi disidratati - prelievo del 26/08/2014</b>	
<b>Radionuclide</b>	<b>Concentrazione di attività Bq/kg          (incertezza 2s)</b>
$^{234}\text{Pa}^m$	54 ± 26
$^{226}\text{Ra}$	42 ± 5
$^{214}\text{Pb}$	37 ± 4
$^{214}\text{Bi}$	35 ± 3
$^{228}\text{Ac}$	40 ± 4
$^{212}\text{Pb}$	36 ± 4
$^{212}\text{Bi}$	25 ± 3
$^{208}\text{Tl}$	12 ± 1
$^{235}\text{U}$	2,7 ± 1,16
$^{40}\text{K}$	951 ± 78

Tabella 9: analisi Arpa di spettrometria gamma su un campione di fanghi - sopralluogo 26/08/2014

Il dato di rateo di dose gamma ottenuto da Arpa, tramite lo scintillatore plastico, è stato corretto utilizzando i risultati della spettrometria eseguita sul campione di fanghi prelevato (il metodo utilizzato è quello riportato sulla nostra relazione 647/IR/2014). Si è quindi provveduto a sottrarre il fondo gamma dal dato di rateo acquisito da Arpa e a moltiplicare il risultato per il fattore correttivo calcolato ( $F_c=0,65$ ). Il risultato di tale elaborazione ha fornito un valore di rateo di dose pari a 59 nSv/h, in accordo con la rilevazione di 60 nSv/h ottenuta da LTF (dopo aver sottratto il fondo ambientale).

Dalle tabelle 8 e 9 si può affermare che i dati di radioattività rilevati sui fanghi risultano nella norma.

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

### 3.5 Monitoraggio delle particelle aerodisperse – stazione interna al cantiere.

Il monitoraggio interno alla zona cantiere prevede anche la misura della radioattività delle particelle aerodisperse tramite l'analisi alfa e beta totale su filtro per PTS utilizzato da una stazione predisposta in prossimità dell'imbocco del cunicolo esplorativo. Benché tale monitoraggio sia stato comunque eseguito da LTF nel corso dell'anno 2014, per problemi legati alla ricerca di un laboratorio di analisi idoneo, i filtri per PTS sono stati analizzati solo a partire dal mese di giugno con conseguente ritardo nella trasmissione dei risultati ad Arpa. Si è quindi ritenuto necessario acquisire i filtri relativi al semestre dicembre – giugno 2014, già analizzati presso i laboratori incaricati da LTF, in modo da ripeterne le analisi. La tabella 12 riporta i dati trasmessi da LTF a confronto con i valori di attività totale alfa e beta misurati da ARPA.

DATI LTF					DATI ARPA		
Campionamento		Stazione area cantiere		DATA LETTURA	Stazione area cantiere		DATA LETTURA
data inizio	data fine	Attività Alfa	Attività Beta		Attività Alfa	Attività Beta	
		(mBq/m <sup>3</sup> )				(mBq/m <sup>3</sup> )	
02/01/2014	07/01/2014	0,74	<0,9	03/06/2014	0,19	0,59	10/10/2014
07/01/2014	14/01/2014	1,49	1,52	03/06/2014	0,327	0,48	10/10/2014
14/01/2014	22/01/2014	1,05	<0,9	04/06/2014	0,23	0,47	10/10/2014
22/01/2014	28/01/2014	0,62	<0,9	04/06/2014	0,179	0,46	10/10/2014
28/01/2014	04/02/2014	0,84	<0,9	04/06/2014	0,244	0,50	10/10/2014
04/02/2014	11/02/2014	<0,5	<0,9	04/06/2014	0,151	0,29	10/10/2014
11/02/2014	18/02/2014	<0,5	<0,9	04/06/2014	0,238	0,45	10/10/2014
18/02/2014	25/02/2014	0,86	<0,9	04/06/2014	0,318	0,56	10/10/2014
25/02/2014	04/03/2014	0,64	<0,9	04/06/2014	0,216	0,54	10/10/2010
04/03/2014	11/03/2014	0,54	1,22	04/06/2014	0,349	0,59	10/10/2014
11/03/2014	18/03/2014	0,86	<0,9	05/06/2014	0,424	1,77	10/10/2014
18/03/2014	25/03/2014	0,82	1,81	06/06/2014	0,269	2,68	10/10/2014
25/03/2014	01/04/2014	0,82	<0,9	06/06/2014	0,21	1,04	10/10/2014
01/04/2014	08/04/2014	0,9	<0,9	06/06/2014	0,84	2,23	21/11/2014
08/04/2014	15/04/2014	1,15	<0,9	05/06/2014	0,404	1,87	21/11/2014
15/04/2014	22/04/2014	<0,5	<0,9	05/06/2014	0,332	1,68	20/11/2014
22/04/2014	29/04/2014	<0,5	<0,9	05/06/2014	0,358	3,22	21/11/2014
29/04/2014	07/05/2014	<0,5	<0,9	05/06/2014	0,233	0,74	21/11/2014
07/05/2014	13/05/2014	<0,5	2,99	04/06/2014	0,226	0,61	21/11/2014
13/05/2014	20/05/2014	<0,5	<0,9	04/06/2014	0,256	0,61	21/11/2014
20/05/2014	27/05/2014	<0,5	1,81	04/06/2014	0,318	0,63	21/11/2014
27/05/2014	03/06/2014	<0,5	<0,9	10/06/2014	0,297	0,91	21/11/2014
03/06/2014	10/06/2014	<0,5	<0,9	18/06/2014	0,578	1,64	21/11/2014
10/06/2014	17/06/2014	<0,5	<0,9	24/06/2014	0,39	2,16	21/11/2014
17/06/2014	24/06/2014	1,4	<0,9	08/07/2014	0,433	1,87	21/11/2014

Tabella 10: misure di alfa e beta totale su filtri per PTS – dati a confronto LTF/ARPA

#### ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Nella tabella 11 sono invece riassunti i risultati delle analisi condotte da LTF nel semestre luglio-dicembre 2014.

Le verifiche Arpa hanno mostrato in generale dei livelli più bassi rispetto a quelli trasmessi da LTF, in soli due casi, anche per i dati Arpa si è verificato il superamento della “soglia di intervento” ( $0,5 \text{ mBq/m}^3$ ) stabilita per l'attività totale alfa. Tuttavia le anomalie sono rientrate nelle misure successive. Per tale motivo, tenendo anche conto delle altre misure radiometriche effettuate nell'area cantiere (gamma in continuo al fronte scavo e misure di rateo di dose e di spettrometria gamma sullo smarino), si ritiene che tali dati anomali siano spiegabili con un aumento della polverosità e quindi con un maggior accumulo di materiale sui filtri, piuttosto che da un incremento in atmosfera della concentrazione di radionuclidi.

DATI LTF				
Campionamento		Stazione area cantiere		DATA LETTURA
data inizio	data fine	Attività Alfa ( $\text{mBq/m}^3$ )	Attività Beta ( $\text{mBq/m}^3$ )	
24/06/2014	01/07/2014	<0,5	<0,9	08/07/2014
01/07/2014	08/07/2014	1,3	<0,9	14/07/2014
08/07/2014	15/07/2014	<0,5	<0,9	21/07/2014
15/07/2014	22/07/2014	<0,5	<0,9	05/08/2014
22/07/2014	29/07/2014	<0,5	<0,9	05/08/2014
29/07/2014	05/08/2014	0,27	<0,9	04/09/2014
05/08/2014	19/08/2014	0,36	<0,9	04/09/2014
19/08/2014	26/08/2014	0,18	<0,9	04/09/2014
26/08/2014	02/09/2014	0,33	<0,9	04/09/2014
02/09/2014	09/09/2014	0,13	<0,9	16/09/2014
09/09/2014	16/09/2014	0,15	<0,8	19/09/2014
16/09/2014	23/09/2014	<0,08	<0,8	26/09/2014
23/09/2014	30/09/2014	0,17	<0,8	03/10/2014
30/09/2014	07/10/2014	0,18	<0,8	10/10/2014
07/10/2014	14/10/2014	<0,08	<0,8	17/10/2014
14/10/2014	21/10/2014	0,16	<0,9	27/10/2014
21/10/2014	28/10/2014	<0,08	<0,9	03/11/2014
28/10/2014	05/11/2014	0,38	0,9	06/11/2014
05/11/2014	11/11/2014	0,12	<1,1	14/11/2014
11/11/2014	18/11/2014	0,11	<0,9	20/11/2014
18/11/2014	25/11/2014	0,11	1,2	01/12/2014
25/11/2014	02/12/2014	<0,08	<1,1	16/12/2014
02/12/2014	09/12/2014	<0,08	<1,1	15/12/2014
09/12/2014	16/12/2014	0,19	<1,2	22/12/2014
16/12/2014	22/12/2014	0,18	<1,3	07/01/2015

Tabella 11: misure di alfa e beta totale su filtri per PTS – rilevazioni LTF

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Nella tabella 11 si osserva inoltre che in alcuni casi non è stato rispettato il protocollo di misura alfa-beta totale che prevede il conteggio del campione dopo almeno 5 e non oltre i 10 giorni dal prelievo. I dati di attività alfa rilevati risultano infatti fortemente condizionati dalla presenza su filtro dei figli del radon e del toron non ancora completamente decaduti. Il filtro relativo alla settimana di campionamento dal 28/10/2014 al 05/11/2014 è stato anche analizzato da Arpa in data 27/11/2014 facendo registrare infatti un valore di attività alfa totale inferiore e pari a 0,197 mBq/m<sup>3</sup>.

Le analisi di spettrometria gamma eseguite sui pacchetti mensili dei filtri per PTS, per la determinazione delle concentrazioni di attività dei principali radionuclidi di interesse, ha sempre fornito valori inferiori alle varie MAR (Minima Attività Rivelabile).

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: [radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it)

## 4 Monitoraggio esterno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale.

### 4.1 Monitoraggio radon, analisi dei dati.

Il monitoraggio del radon outdoor viene eseguito da LTF con misure acquisite in continuo presso la stazione A5.4 (Comune di Chiomonte – Frazione La Maddalena). Il grafico di figura 7 mostra l'andamento dei valori medi settimanali nel semestre luglio - dicembre 2014: sono evidenziati in verde e in rosso rispettivamente il livello di attenzione (40 Bq/m<sup>3</sup>) e di intervento (80 Bq/m<sup>3</sup>) stabiliti nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA).

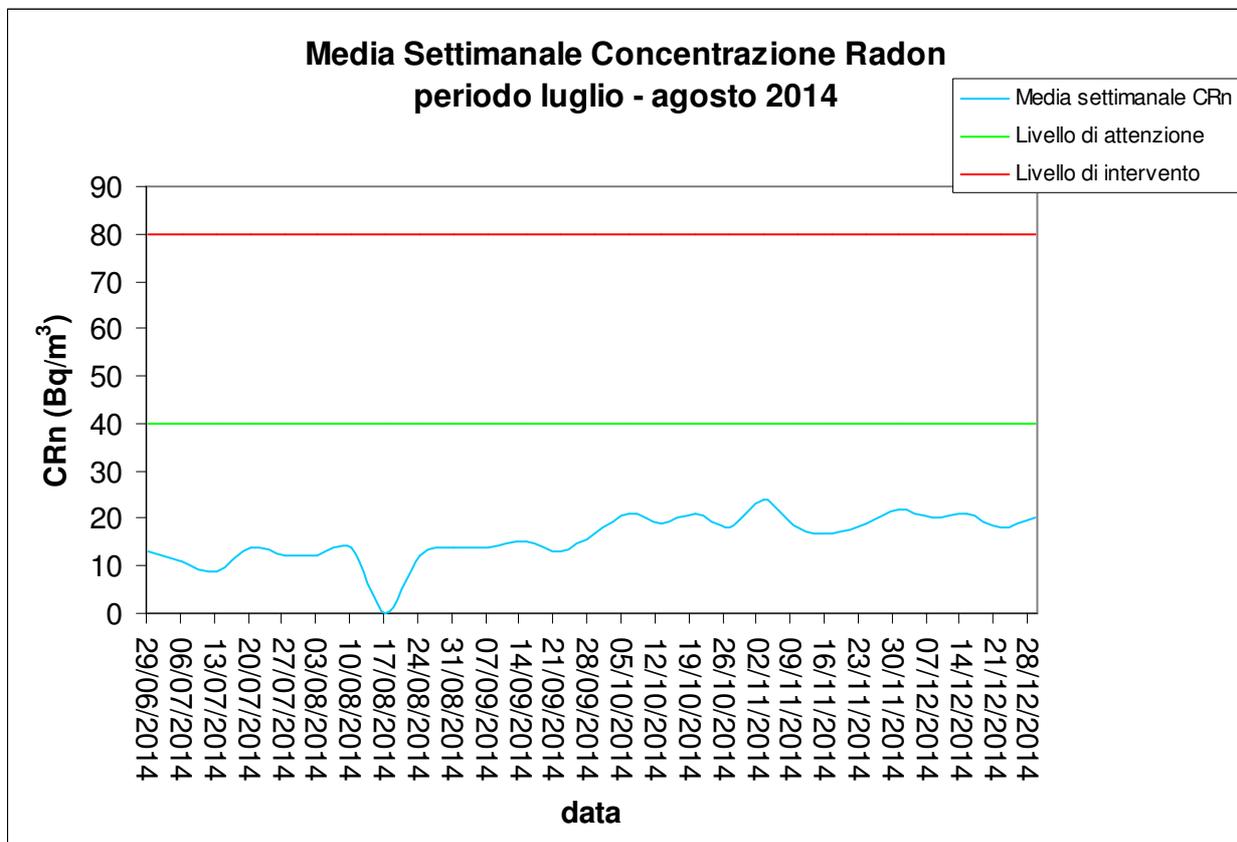


Figura 9:andamento dei valori medi settimanali della concentrazione radon

Come mostrato graficamente, i dati rilevati risultano tutti ampiamente inferiori al “livello d’azione”.

#### ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

## 4.2 Il monitoraggio delle particelle aerodisperse, analisi dei dati.

La misura della radioattività nelle particelle aerodisperse, come stabilito da PMA, è stata condotta da LTF mediante campionamenti di tipo sequenziale in continuo per 30 giorni, rispettivamente nelle stazioni A5.4 in Frazione la Maddalena e A7.1 di Exilles. Settimanalmente, sui filtri per la raccolta delle particelle totali sospese (PTS), è stata fatta l'analisi per la determinazione dell'attività alfa e beta totale mentre mensilmente sul pacchetto di filtri settimanali è stata eseguita una spettrometria gamma. I dati relativi al periodo da luglio a dicembre 2014 relativi alle misure di attività alfa e beta totale e di spettrometria gamma ( $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  e  $^{137}\text{Cs}$ ) sono riportati nelle tabelle 12 e 13.

Campionamento		Stazione 5.4		Stazione 7.1	
data inizio	data fine	Attività Alfa	Attività Beta	Attività Alfa	Attività Beta
		(mBq/m <sup>3</sup> )		(mBq/m <sup>3</sup> )	
23/06/14	30/06/14	0,053	0,926	0,059	0,967
30/06/14	07/07/14	0,099	0,779	0,063	0,739
07/07/14	14/07/14	0,081	0,434	0,052	0,301
14/07/14	21/07/14	<0,039	0,962	0,052	1,082
21/07/14	28/07/14	<0,037	0,657	<0,038	0,607
28/07/14	04/08/14	<0,035	0,493	<0,034	0,568
04/08/14	11/08/14	0,184	1,204	/	/
18/08/14	25/08/14	0,056	0,981	/	/
25/08/14	01/09/14	0,114	1,074	/	/
01/09/14	08/09/14	0,112	1,112	/	/
08/09/14	15/09/14	0,074	1,207	/	/
15/09/14	22/09/14	0,071	0,761	0,068	0,861
22/09/14	29/09/14	0,053	0,946	0,068	1,098
29/09/14	06/10/14	0,042	1,372	0,102	1,382
06/10/14	13/10/14	<0,035	1,157	0,049	1,084
13/10/14	20/10/14	0,049	0,814	0,042	0,956
20/10/14	27/10/14	0,046	1,031	<0,038	1,063
27/10/14	03/11/14	0,148	1,554	0,166	0,143
03/11/14	10/11/14	0,152	0,34	0,075	<0,113
10/11/14	17/11/14	<0,041	0,15	0,067	0,355
17/11/14	24/11/14	<0,04	0,956	<0,039	0,991
24/11/14	01/12/14	0,049	0,738	0,052	0,909
01/12/14	08/12/14	0,043	0,423	<0,041	0,429
08/12/14	15/12/14	0,07	0,901	0,09	0,854
15/12/14	22/12/14	<0,047	<0,134	0,049	0,694
22/12/14	29/12/14	/	/	/	/

Tabella 12: valori di attività alfa e beta su filtro per PTS - stazioni A5.4 e A7.1

### ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 – E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

PTS RAD 5.4			
Periodo campionamento	Attività <sup>214</sup> Pb	Attività <sup>212</sup> Pb	Attività <sup>137</sup> Cs
	(mBq/m <sup>3</sup> )	(mBq/m <sup>3</sup> )	(mBq/m <sup>3</sup> )
giu-14	<0,26	<0,13	<0,14
lug-14	<0,21	<0,1	<0,07
ago-14	<0,3	<0,14	<0,12
set-14	<0,26	<0,13	<0,17
ott-14	<0,2	0,16 ± 0,15	<0,08
nov-14	<0,26	<0,12	<0,12
dic-14			
PTS RAD 7.1			
Periodo campionamento	Attività <sup>214</sup> Pb	Attività <sup>212</sup> Pb	Attività <sup>137</sup> Cs
	(mBq/m <sup>3</sup> )	(mBq/m <sup>3</sup> )	(mBq/m <sup>3</sup> )
giu-14	<0,25	<0,13	<0,1
lug-14	<0,21	<0,1	<0,07
ago-14	/	/	/
set-14	<0,55	<0,24	<0,21
ott-14	<0,19	<0,09	0,26 ± 0,17
nov-14	<0,24	<0,24	<0,08
dic-14			

Tabella 13: analisi mensile di spettrometria gamma su pacchetto di filtri - stazioni A5.4 e A7.1

Nei grafici (figure 10, 11, 12 e 13) sono invece riportati tutti i valori di attività alfa e di beta totale determinati dalle analisi sui filtri per PTS relativi al monitoraggio del corso d'opera (secondo semestre anno 2014) per le due stazioni citate, con indicati in verde i "livelli di intervento" (0,5 mBq/m<sup>3</sup> per le misure di alfa totale e 5 mBq/m<sup>3</sup> per le misure di beta totale) ed in rosso i "livelli di attenzione" da noi precedentemente calcolati (relazione tecnica Arpa 647/IR/2014):

- "soglia di "attenzione" per il beta totale di 1,580 mBq/m<sup>3</sup> per la stazione PTS RAD A5.4 e di 1,496 mBq/m<sup>3</sup> per la stazione PTS RAD A7.1
- "soglia di attenzione" per l'alfa totale di 0,311 mBq/m<sup>3</sup> per la stazione PTS RAD A5.4 e di 0,212 mBq/m<sup>3</sup> per la stazione PTS RAD A7.1.

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

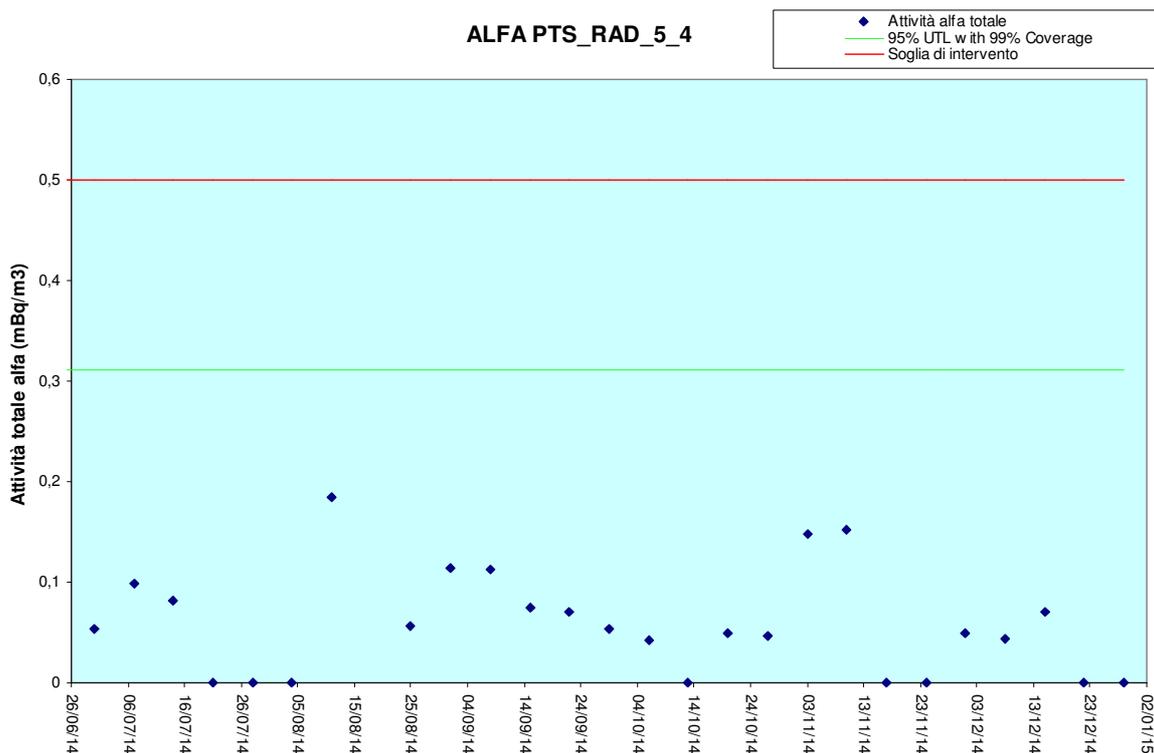


Figura 10: Valori di attività ALFA totale su PTS – stazione A5.4

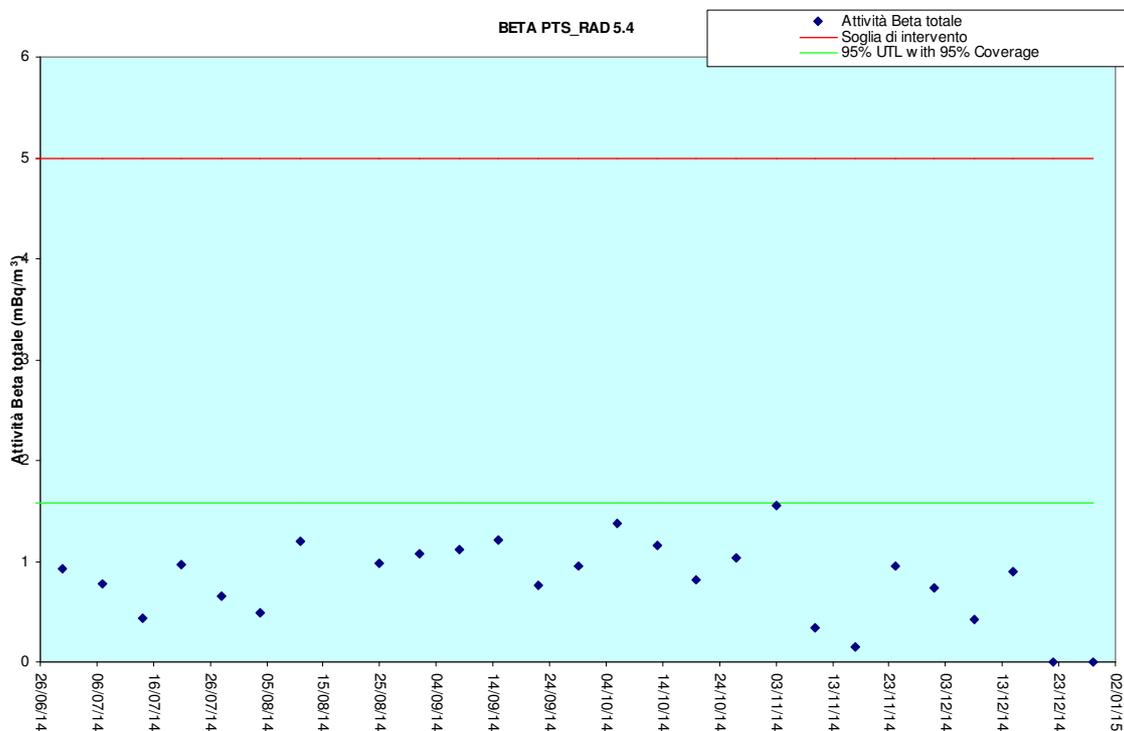


Figura 11: Valori di attività beta totale su PTS – stazione A5.4

**ALFA PTS\_RAD\_7\_1**

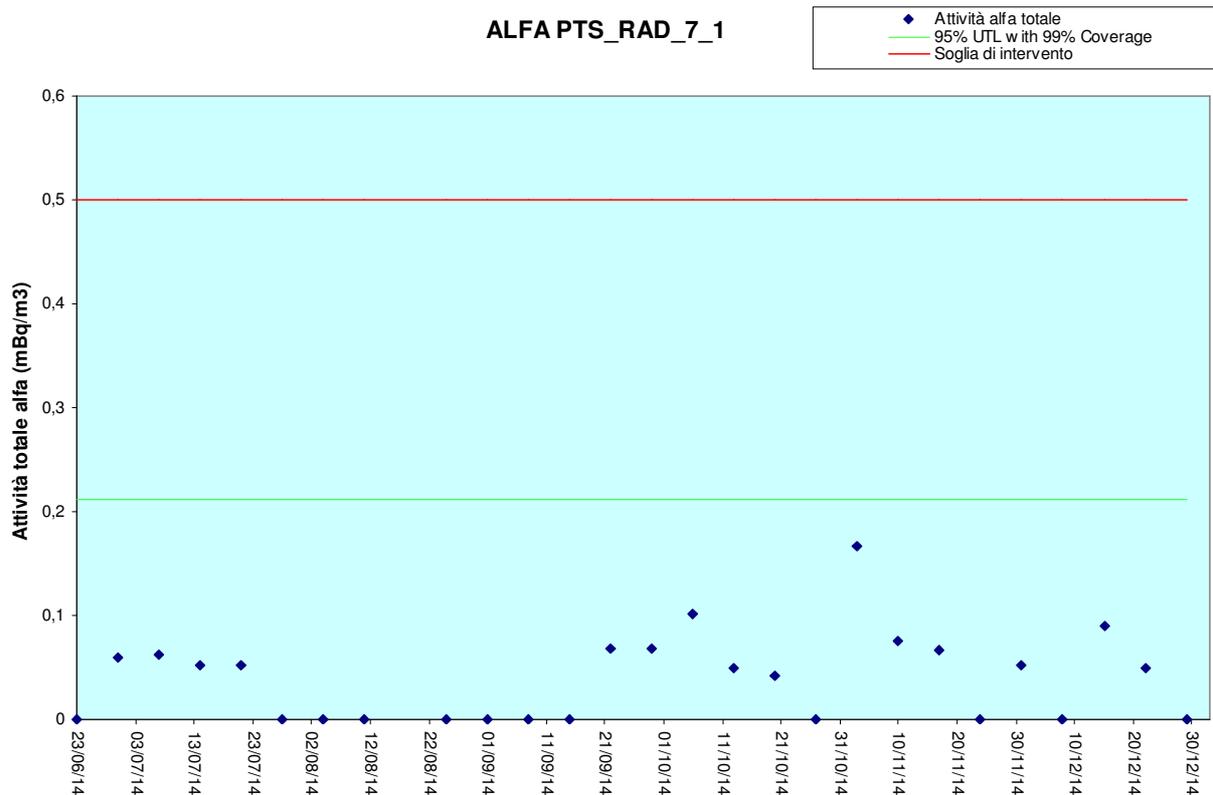


Figura 12: Valori di attività ALFA totale su PTS – stazione A7.1

**BETA PTS\_RAD 7\_1**

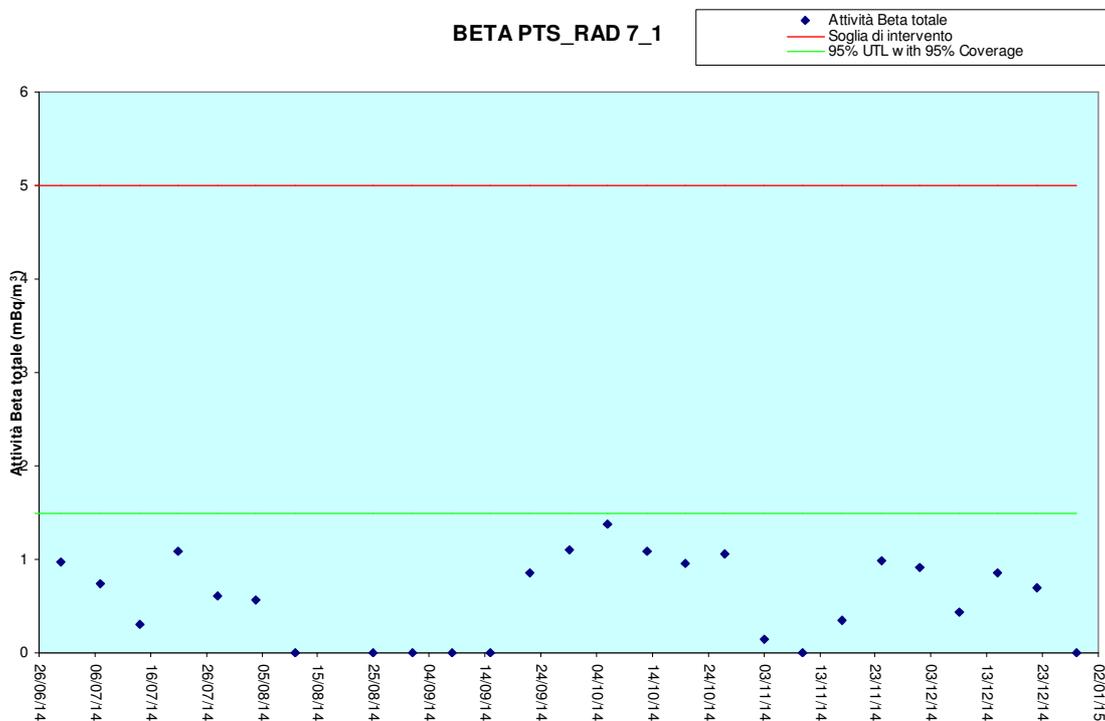


Figura 13: Valori di attività BETA totale su PTS – stazione A7.1

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Dai grafici si osserva che, per entrambe le stazioni di monitoraggio, le concentrazioni di attività alfa e beta totale nel particolato aerodisperso risultano sempre inferiori alle “soglie di attenzione” calcolate. Tali attività inoltre descrivono una condizione ambientale sostanzialmente imperturbata, caratterizzata da valori tipici del fondo.

#### 4.3 Il monitoraggio delle risorse idriche superficiali, valutazione dei risultati.

Il monitoraggio delle risorse idriche superficiali per la determinazione della concentrazione dei radionuclidi emettitori alfa e beta è stato eseguito rispettando la frequenza mensile stabilita nel PMA. La tabella 14 riassume i risultati delle analisi alfa e beta totale nel secondo semestre dell'anno 2014, per i due punti di prelievo:

- ASP-031 Dora, valle discarica
- ASP-032 Dora, valle confluenza Clarea

Data prelievo	ASP_032		ASP_031	
	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)
08/07/2014	<0,045	0,052	<0,044	<0,025
04/08/2014	0,168	0,142	0,157	0,1
08/09/2014	0,312	0,187	0,499	0,152
20/10/2014	0,251	0,19	0,143	0,214
18/11/2014	0,091	0,119	0,168	0,168
15/12/2014	0,078	<0,052	<0,085	0,187

Tabella 14: attività alfa e beta totale – analisi acqua superficiale ASP\_031

Le figure 14 e 15 mettono invece a confronto i valori misurati con i valori di riferimento per l'acqua potabile (Guideline for drinking water quality, 4th edition, Geneve, WHO, 2011):

- 1 Bq/l per la misura beta totale
- 0,5 Bq/l per la misura alfa totale

#### ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

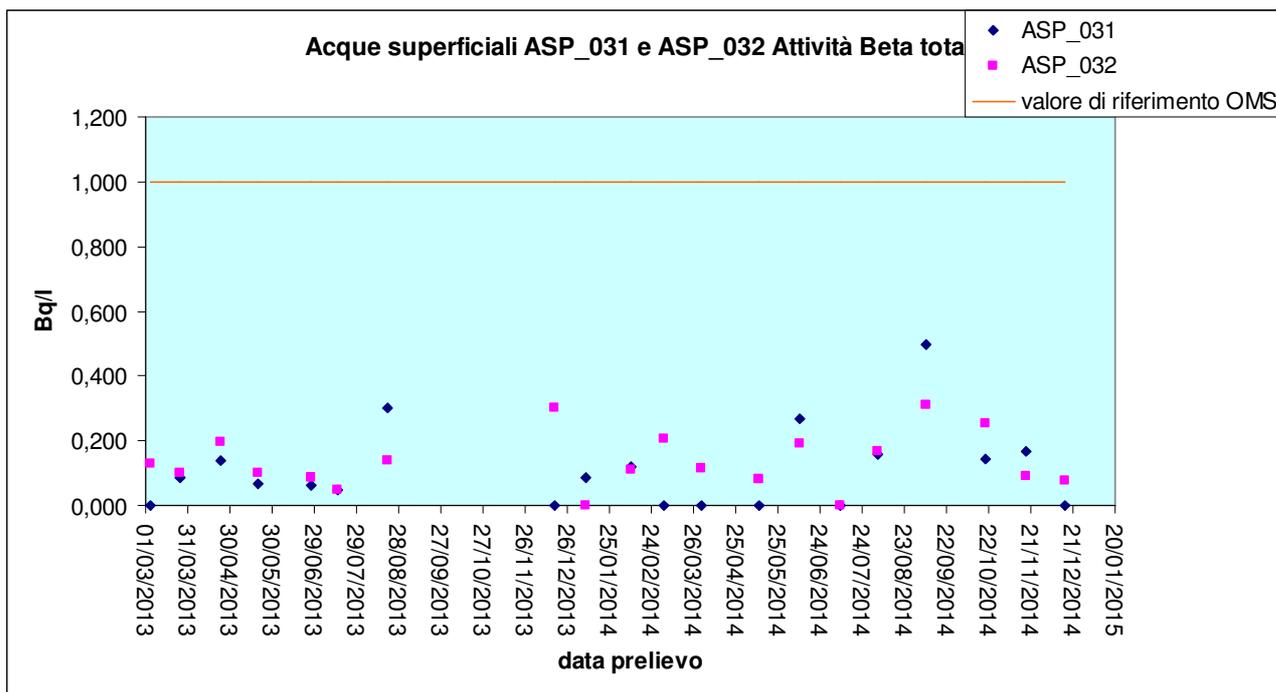


Figura 14: Attività beta totale per le acque ASP\_031 e ASP\_032

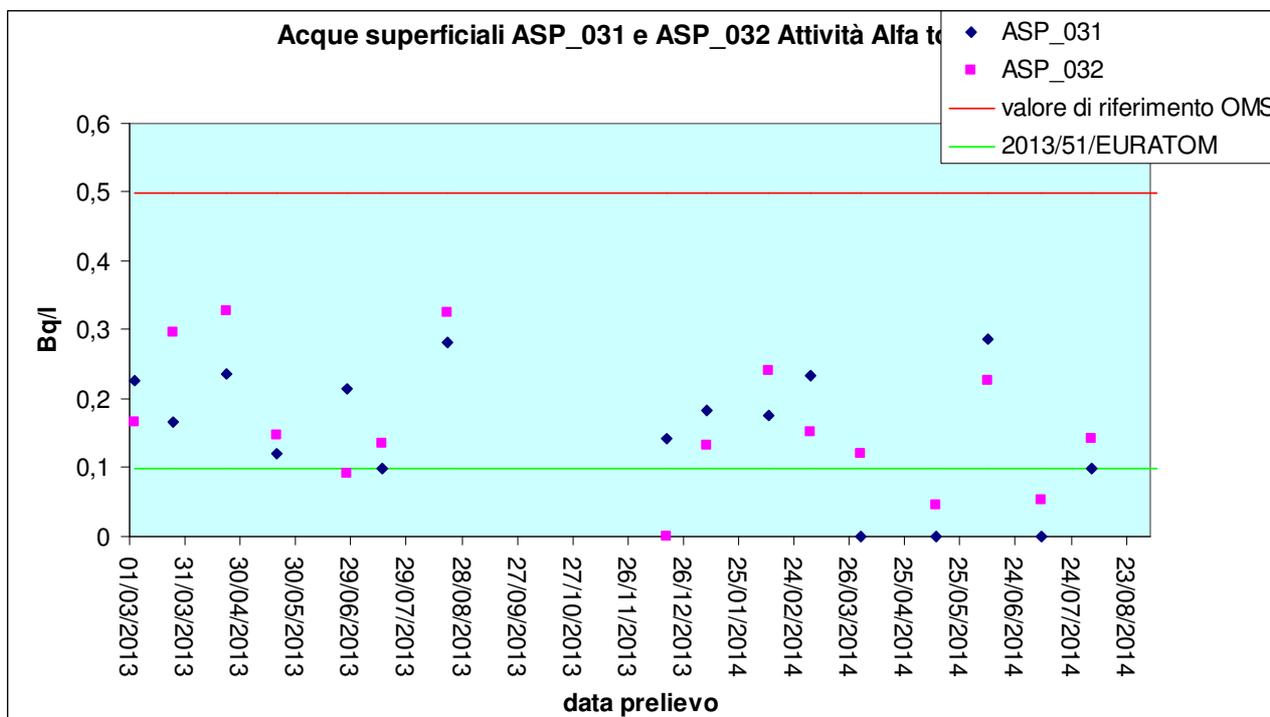


Figura 15: Attività alfa totale per le acque ASP\_031 e ASP\_032

Come si può osservare dalla tabella 14 e dalle figure 14 e 15, i valori misurati risultano ampiamente al di sotto dei valori di *screening* riportati sulle Linee Guida dell'OMS (0,5 Bq/l per l'attività alfa totale e 1 Bq/l per l'attività beta).

Nel grafico di figura 15 è stato anche indicato (linea verde) il livello di 0,1 Bq/l per l'attività alfa totale, poiché, pur rispettando gli attuali livelli di riferimento, l'eventuale superamento di 0,1 Bq/l per l'attività alfa, associato alla presenza di  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Ra}$  nelle acque destinate al consumo umano potrebbe comportare il superamento della dose annua impegnata di 0,1mSv (limite di dose stabilito dalla Direttiva Europea 2013/51 Euratom).

Pertanto, durante la riunione tenutasi con LTF presso il Dipartimento di Ivrea, finalizzata alla ridefinizione del monitoraggio esterno (verbale di riunione Arpa del 10/11/2014), è stato concordato che, a partire dall'anno corrente, LTF provvederà, anche in assetto operativo di sorveglianza, a utilizzare come valori di riferimento 0,1 Bq/l per l'attività alfa totale e 1Bq/l per l'attività beta, superati i quali si dovrà procedere alla caratterizzazione radiometrica delle acque.

#### **4.4 Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, valutazione dei risultati.**

Le risorse idriche sotterranee, monitorate da luglio a dicembre 2014 con frequenza trimestrale sono state le seguenti:

- AST-010 Pratovecchio
- AST-011 Boscopedrino
- AST-012 Vasca Supita
- AST-017 Fontani Supita
- AST-218 Greisone
- AST-222 Verger
- AST-441 Vasca rottura 2 Greisone
- AST-446 S. Chiara
- AST-486 Vasca Cels
- AST-381 Chejera
- AST-496 Pietra Porcheria

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: [radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it)

Le tabelle 15 e 16 riportano le date dei prelievi e le attività beta e alfa totali per le acque sotterranee campionate in tale semestre. Si osserva che tutti i valori di attività alfa e beta totale risultano nettamente inferiori ai livelli di *screening*.

AST 446		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	0,095	0,059
25/09/2014	0,248	0,2
18/12/2014	0,124	0,109
AST 486		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	<0,017	0,034
25/09/2014	0,045	0,048
18/12/2014	<0,016	0,019
AST 12		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	0,040	<0,02
25/09/2014	0,086	0,074
18/12/2014	0,032	<0,019
AST 381		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	0,019	<0,012
25/09/2014	0,044	0,035
18/12/2014	0,023	<0,011
AST 496		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	0,028	0,037
25/09/2014	0,177	0,191
18/12/2014	0,023	<0,017
AST 10		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
22/12/2014	0,079	0,051

Tabella 15: Attività Beta e Alfa totale – analisi acque sotterranee

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

AST 11		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	0,039	0,025
25/09/2014	0,082	0,037
22/12/2014	0,085	0,065
AST 218		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	0,045	<0,02
25/09/2014	0,125	0,113
18/12/2014	0,040	0,059
AST 222		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	<0,028	<0,027
25/09/2014	0,137	0,114
18/12/2014	<0,027	<0,022
AST 441		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/06/2014	0,141	0,107
25/09/2014	0,165	0,129
18/12/2014	0,039	0,022
AST 500		
Data prelievo	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
25/09/2014	0,061	0,041

Tabella 16: Attività Beta e Alfa totale – analisi acque sotterranee

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

## 5 Conclusioni

Il monitoraggio condotto da LTF per la componente radiazioni ionizzanti internamente e esternamente al cantiere per la costruzione del cunicolo esplorativo de “La Maddalena” nel periodo luglio 2014 – dicembre 2014 ha rispettato i tempi e le frequenze stabiliti e concordati con Arpa come riportato dal PMA, dal PGA e dal documento “Linee Guida in caso di materiale radioattivo al fronte”. Per alcuni monitoraggi condotti internamente al cantiere si sono verificati dei problemi di ritardo nella trasmissione dei dati da parte di LTF, dovuti alla ricerca di un idoneo laboratorio di analisi. In tale relazione pertanto sono stati controllati anche i dati relativi all’anno 2014 non pervenuti precedentemente, relativi a:

- le analisi alfa, beta e gamma su filtro per PTS – stazione collocata in prossimità dell’imbocco del cunicolo;
- le analisi di radioattività sull’acqua di ingresso e i fanghi disidratati di risulta dall’impianto di depurazione;
- le analisi di spettrometria gamma eseguite mensilmente su campioni di smarino.

In sintesi vengono di seguito richiamati i punti principali.

### ***Monitoraggio interno al cantiere***

#### Monitoraggio Radon

Il monitoraggio del radon entro il cunicolo esplorativo è stato eseguito da Arpa con l’utilizzo di dosimetri a tracce. Nel corso del sopralluogo c/o il cantiere in data 08/10/2014 (verbale sopralluogo 19/IV/2014) si è accertato che in prossimità della testa della TBM è stato posizionato un nuovo monitore in continuo “MR01” per la misura del radon. I valori di concentrazione rivelati da ARPA sono risultati sempre ampiamente più bassi del livello d’Azione di 500 Bq/m<sup>3</sup> (D.Lvo 230/95) e inferiori alla “soglia di sorveglianza” di 200 Bq/m<sup>3</sup> stabilita.

#### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

### Misure di radioattività al fronte scavo e sui cumuli di smarino

Le misure di rateo di dose gamma al fronte di scavo, sono state effettuate da LTF in continuo tramite un Geiger-Mueller posizionato in prossimità della testa della TBM. Nei periodi di non funzionamento del Geiger le acquisizioni sono state fatte mediante l'utilizzo di strumentazione portatile (con un rateometro gamma "Atomtex"). I valori acquisiti e trasmessi da LTF, che sono risultati sempre inferiori alla "soglia di sorveglianza" di 250 nSv/h, sono stati verificati anche con misure in doppio sia all'interno del cunicolo che sui cumuli di smarino. Nel corso dei periodici sopralluoghi condotti c/o il cantiere si è inoltre provveduto a prelevare dei campioni di smarino per analisi di spettrometria gamma in modo da determinare le concentrazioni di attività dei principali radionuclidi naturali. Il confronto tra le analisi spettrometriche eseguite dal Dipartimento Tematico Radiazioni e dal laboratorio incaricato da LTF ha fornito valori confrontabili, entro l'incertezza di misura, e tipici di materiali a medio-basso contenuto di radioattività.

### Misure di radioattività sul particolato aerodisperso

Le verifiche Arpa hanno mostrato in generale dei livelli più bassi rispetto a quelli trasmessi da LTF; in soli due casi, anche per i dati Arpa si è verificato il superamento della "soglia di intervento" stabilita ( $0,5 \text{ mBq/m}^3$ ). Tuttavia le anomalie sono rientrate nelle misure successive. Per tale motivo, tenendo anche conto delle altre misure radiometriche effettuate nell'area di cantiere (gamma in continuo al fronte scavo e misure di rateo di dose e di spettrometria gamma sullo smarino), si ritiene che tali dati anomali siano spiegabili con un aumento della polverosità e quindi con un maggior accumulo di materiale sui filtri, piuttosto che da un significativo incremento in atmosfera della concentrazione di radionuclidi.

Per quanto riguarda il periodo di monitoraggio luglio – dicembre 2014 sono stati osservati, per l'attività alfa totale, dei casi di superamento "della soglia di sorveglianza" generati essenzialmente dall'applicazione di un errato protocollo di misura.

Le analisi di spettrometria gamma eseguite sui pacchetti mensili dei filtri per PTS, per la determinazione delle concentrazioni di attività dei principali radionuclidi di interesse, ha sempre fornito valori inferiori alle varie MAR (Minima Attività Rilevabile).

#### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: [radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it)

### Misure di radioattività inerenti l'impianto di depurazione

Le analisi di alfa e beta totale sull'acqua di ingresso all'impianto di depurazione hanno fornito valori nettamente inferiori ai livelli di screening (0,5 Bq/l per l'alfa totale e 1 Bq/l per l'attività beta). I risultati delle analisi effettuate da Arpa su una delle aliquote di un campione prelevato in data 26/08/2014 da LTF, pur confermando i bassi valori di radioattività nelle acque, non risultano completamente compatibili: i dati trasmessi da LTF infatti evidenziano una sovrastima della concentrazione di attività alfa e una sottostima della beta. Per tale motivo, nel corso dell'anno 2015 si provvederà a ripetere tale interconfronto analizzando aliquote di ulteriori campioni di acqua in ingresso all'impianto, prelevati da LTF.

Le misure di rateo di dose gamma sui fanghi di risulta, fatte anche in doppio, e i risultati dell'analisi di spettrometria gamma (eseguita da Arpa) su un campione prelevato in data 26/08/2014 hanno fornito valori che risultano nella norma.

### ***Monitoraggio esterno al cantiere***

#### Monitoraggio Radon outdoor

I valori di concentrazione di attività di radon rivelati in continuo dalla stazione collocata nell'area esterna la Palazzina uffici della Direzione Lavori LTF in Frazione La Maddalena di Chiomonte sono risultati tutti corrispondenti a valori tipici di radon outdoor.

Si sottolinea inoltre che, come specificato nel verbale di riunione Arpa del 10/11/2014, a partire dall'anno corrente tale monitoraggio verrà sospeso poiché ritenuto non significativo dal punto di vista radioprotezionistico.

#### Monitoraggio delle particelle aerodisperse

Per la misura della radioattività delle particelle aerodisperse (PTS-Rad), come stabilito da PMA, il monitoraggio è stato condotto mediante campionamenti di tipo sequenziale in continuo per 30 giorni dalle stazioni 5.4 in Frazione la Maddalena e 7.1 di Exilles: misura settimanale di attività alfa e beta totale e spettrometria gamma mensile sul pacchetto di filtri (sono riportati i dati relativi ai radionuclidi  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  e  $^{137}\text{Cs}$ ).

#### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it

Le analisi dei filtri per PTS non hanno rivelato la presenza di livelli di radioattività anomali e attribuibili alle attività di cantiere.

#### Monitoraggio delle risorse idriche

Il monitoraggio mensile delle acque superficiali e quello trimestrale delle acque sotterranee per la determinazione dei valori di attività alfa e beta totale ha sempre fornito risultati inferiori ai valori di *screening* indicati nelle linee guida per la qualità delle acque potabili – 4<sup>a</sup> edizione, WHO, 2011 (0,5 Bq/l per l'alfa totale e 1 Bq/l per il beta totale).

Inoltre, come da accordi presi con LTF (verbale di riunione del 10/11/2014), a partire dall'anno 2015 le frequenze di campionamento in assetto operativo di sorveglianza diventeranno le seguenti:

- bimestrale per le acque superficiali;
- semestrale per le acque sotterranee.

Saranno però effettuati ulteriori approfondimenti sulla eventuale presenza di radio nelle acque al superamento di 0,1 Bq/l per l'attività alfa totale e di 1Bq/l per l'attività beta totale, in modo da verificare il rispetto del limite annuo di dose impegnata pari a 0,1 mSv (Direttiva Europea 2013/51/EURATOM).

In conclusione, si può affermare che, i monitoraggi condotti da LTF e da ARPA internamente alla zona di scavo ed in ambiente esterno non hanno evidenziato variazioni significative dei normali livelli di fondo della radioattività ambientale.

#### **ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti

Via Jervis 30 – 10015 Ivrea – Tel. 0125 64511 – fax 0125645384 - E-mail: [radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it)