

DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
Struttura Semplice 21.01 – Radiazioni ionizzanti

TITOLO

**Valutazione e comparazione misure di radioattività ambientale condotte da ARPA e
per conto di TELT s.a.s nella zona interna ed esterna all'area di cantiere**

Cunicolo esplorativo de “La Maddalena”

Periodo di monitoraggio luglio - dicembre 2015

Relazione tecnica n.687/IR/2016

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

INDICE

	pag
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.	6
4 Misure di concentrazione di attività radon in aria.	6
5 Misure di rateo di dose gamma. Cunicolo esplorativo	12
6 Misure di rateo di dose e di spettrometria gamma - cumuli di smarino.	14
7 Misure di radioattività sulle acque di ingresso e sui fanghi di risulta dell'impianto di depurazione.	16
8 Monitoraggio delle particelle aerodisperse – stazione interna al cantiere.	18
9 Monitoraggio esterno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale.	21
10 Il monitoraggio delle particelle aerodisperse, analisi dei dati.	21
11 Il monitoraggio delle risorse idriche superficiali, valutazione dei risultati.	25
12 Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, valutazione dei risultati.	28
13 Conclusioni	29

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

1 Premessa

Nel presente documento sono riportati i risultati delle attività di vigilanza effettuate da Arpa e sono analizzati i dati trasmessi da TELT s.a.s. inerenti il monitoraggio delle radiazioni ionizzanti condotto nell'area interna ed esterna al cantiere nel periodo luglio-dicembre 2015.

I dati trasmessi da TELT s.a.s. sono stati controllati da Arpa anche tramite confronto con i dati rilevati c/o il cantiere dai propri tecnici, e con analisi di laboratorio di campioni prelevati nel corso dei sopralluoghi effettuati.

2 Sopralluoghi Arpa e misure di radioattività ambientale.

Nel periodo luglio – dicembre dell'anno 2015, i tecnici del Dipartimento Tematico Radiazioni hanno effettuato presso il cantiere i seguenti sopralluoghi:

- ❖ in data 31/07/2015 (verbale n.13/IV/2015), nel corso del quale sono state fatte:
 - misure di attività radon entro il cunicolo attraverso il ritiro ed il posizionamento di 6 dosimetri a tracce sulla TBM nelle zone denominate: coda (a Pk 3+272m), lavori meccanici (Pk 3 + 352m), passaggio nastri (a Pk 3+412m), caduta smarino (a Pk 3+442m), geiger (a Pk 3+467m), cabina comandi (a Pk 3+472m);
 - misure di rateo di dose gamma con lo scintillatore plastico "Automess" all'interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 69 - piazzola P2);
 - misure di rateo di dose gamma ambientale attraverso il ritiro e sostituzione di n.6 dosimetri TLD sulla TBM in prossimità del geiger (a Pk 2+175m), e lungo il cunicolo (a Pk 1+560m), (a Pk 1+200m), (a Pk 0+900m), (a Pk 0+550m), (a Pk 0+200m) e il posizionamento di n.2 dosimetri a Pk 3+210m e a Pk 2+220m
 - prelievo in doppio di un campione di smarino (cumulo 69 - Piazzola P2 per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD28/07/15, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta 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

- ❖ in data 30/09/2015 (verbale n.16/IV/2015), nel corso del quale sono state eseguite:
 - misure di attività radon entro il cunicolo attraverso il ritiro ed il posizionamento di 6 dosimetri a tracce sulla TBM nelle zone denominate: coda (a Pk 3+490m), lavori meccanici (Pk 3 + 600m), passaggio nastri (a Pk 3+660m), caduta smarino (a Pk 3+695m), geiger (a Pk 3+710m), cabina comandi (a Pk 3+720m);
 - misure di rateo di dose gamma all'interno del cunicolo, sui fanghi di risulta dall'impianto di depurazione delle acque e sul cumulo di smarino (cumulo 75 – piazzola P3) dal quale è stato prelevato in doppio un campione per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD29/09/15, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale.
 - Prelievo in doppio di un campione di fanghi, prodotti dall'impianto di trattamento acque, per analisi di spettrometria gamma.
 - Prove di corretto funzionamento del Geiger Mueller collocato sulla TBM con l'utilizzo di una sorgente minerale naturale contenente U238 e prodotti di decadimento.

- ❖ in data 12/11/2015 (verbale n.19/IV/2015), nel corso del quale sono state eseguite:
 - misure di attività radon entro il cunicolo:
 - sostituzione di 6 dosimetri a tracce precedentemente posizionati sulla TBM nelle zone denominate: coda (a Pk 3+640m), lavori meccanici (Pk 3 + 680m), passaggio nastri (a Pk 3+750m), caduta smarino (a Pk 3+810m), geiger (a Pk 3+825m), cabina comandi (a Pk 3+835m);
 - posizionamento di n.8 nuovi dosimetri a: Pk 3+230m, Pk 2+800m (nicchia per vasca), Pk 2+220m, Pk 1+560m, Pk 1+200m, Pk 0+900m, Pk 0+550m e Pk 0+200m.
 - sostituzione di n.6 dosimetri TLD per misure di rateo di dose gamma ambientale precedentemente posizionati entro il cunicolo;

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 rateo di dose gamma con lo scintillatore plastico “Automess” all’interno del cunicolo e sul cumulo di smarino (cumulo 77 - piazzola P3);
 - prelievo in doppio Arpa/Venaus di un campione di smarino da cumulo 77 – Piazzola P3 per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD10/11/15, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all’impianto di depurazione per la determinazione dell’attività alfa e beta totale.
- ❖ in data 18/12/2015 (verbale n.25/IV/2015), nel corso del quale sono state eseguite:
- misure di rateo di dose gamma con lo scintillatore plastico “Automess” sul cumulo di smarino (cumulo 83 - piazzola P3);
 - prelievo in doppio Arpa/Venaus di un campione di smarino da cumulo 83 – Piazzola P3 per analisi di spettrometria gamma;
 - acquisizione di una aliquota del campione ACQ_RAD15/12/15, prelevato da Venaus scarl, di acqua in ingresso all’impianto di depurazione per la determinazione dell’attività alfa e beta totale.
 - Acquisizione di un aliquota del campione di fanghi RAD_FAN, di risulta dall’impianto di depurazione delle acque, prelevato da Venaus scarl in data 18/11/15 per analisi di spettrometria gamma.

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

4 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.

La ditta Venaus scarl, incaricata da TELT del monitoraggio interno al cantiere, ha invece eseguito le misure di concentrazione radon utilizzando rilevatori in continuo "Canary" posti lungo il tunnel e un rivelatore mi.am "MR01" collocato in prossimità della testa della TBM. In tabella 1 sono riportati i valori di concentrazione radon misurati da Arpa (M.I. U.R.P.M781 rev.5 del 2015) dal 28/05/2015 al 12/11/2015.

MISURE ARPA DI CONCENTRAZIONE RADON (CRn) ENTRO IL CUNICOLO ESPLORATIVO				
Punto Esposizione	Data inizio esposizione	Data fine esposizione	CRn	S_{CRn}
			(Bq/m³)	
cabina	28/05/2015	31/07/2015	< 46	
geiger TBM	28/05/2015	31/07/2015	< 46	
caduta smarino	28/05/2015	31/07/2015	< 46	
passaggio nastri 2-3	28/05/2015	31/07/2015	< 46	
lavori meccanici	28/05/2015	31/07/2015	< 46	
coda	28/05/2015	31/07/2015	< 46	
cabina	31/07/2015	30/09/2015	< 48	
geiger TBM	31/07/2015	30/09/2015	< 48	
caduta smarino	31/07/2015	30/09/2015	< 48	
passaggio nastri 2-3	31/07/2015	30/09/2015	< 48	
lavori meccanici	31/07/2015	30/09/2015	48	24
coda	31/07/2015	30/09/2015	< 48	
cabina	30/09/2015	12/11/2015	< 68	
geiger TBM	30/09/2015	12/11/2015	< 68	
caduta smarino	30/09/2015	12/11/2015	72	30
passaggio nastri 2-3	30/09/2015	12/11/2015	< 68	
lavori meccanici	30/09/2015	12/11/2015	< 68	
coda	30/09/2015	12/11/2015	< 68	

Tabella 1: misure ARPA di concentrazione di attività radon dal 28/05/2015 al 12/11/2015

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

Nei grafici di figure 2a e 2b, 3a e 3b, 4a e 4b, 5a e 5b, 6a e 6b sono invece evidenziati gli andamenti della concentrazione di attività radon rilevata da Venaus all'interno del cunicolo, così come riportato nelle relazioni mensili redatte dall'Esperto Qualificato.

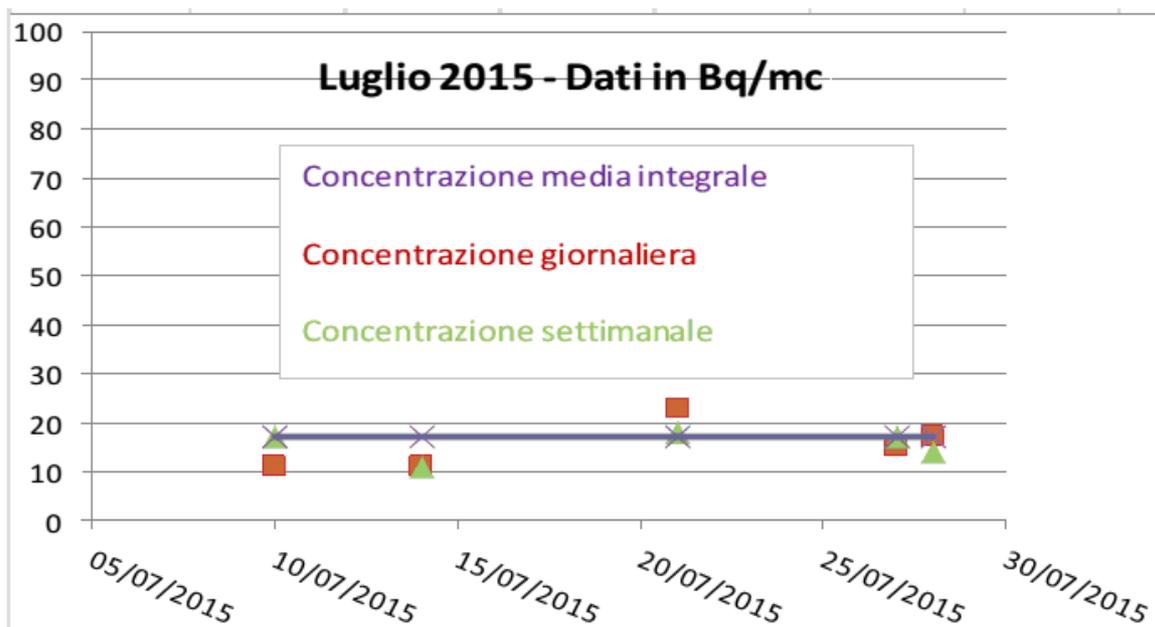


Figura 2a: MESE DI LUGLIO - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante contatori Canary.
Valori medi nel periodo

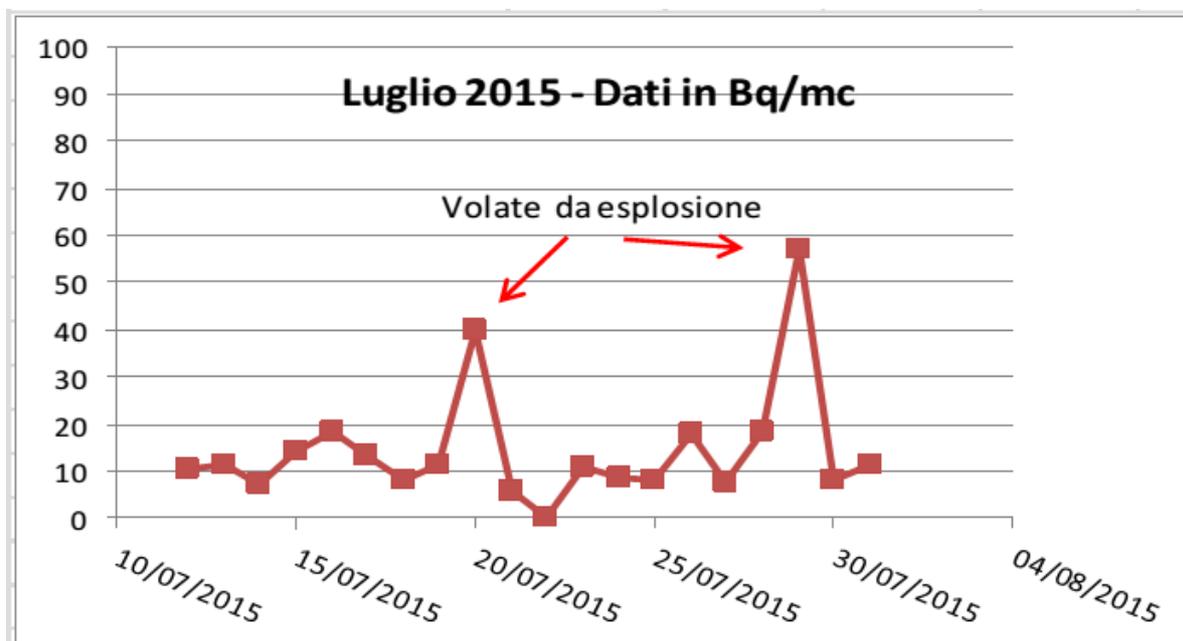


Figura 2b: MESE DI LUGLIO - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante rivelatore MR01.
Valori medi giornalieri

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

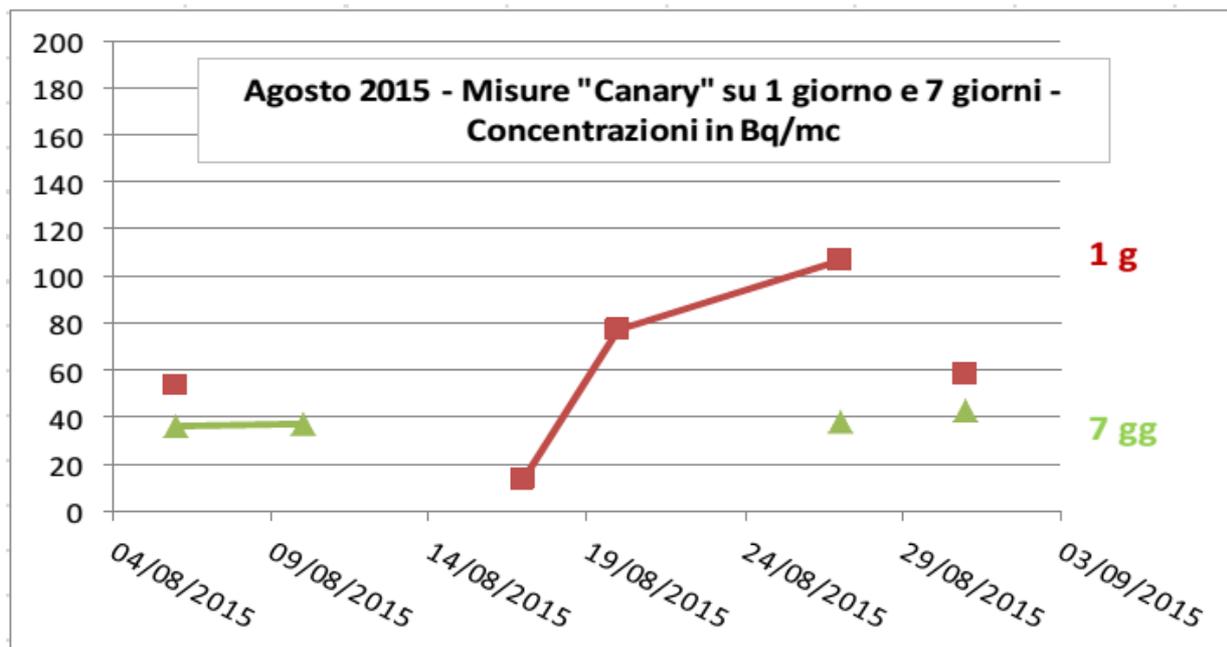


Figura 3a: MESE DI AGOSTO - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante contatori Canary.
Valori medi nel periodo

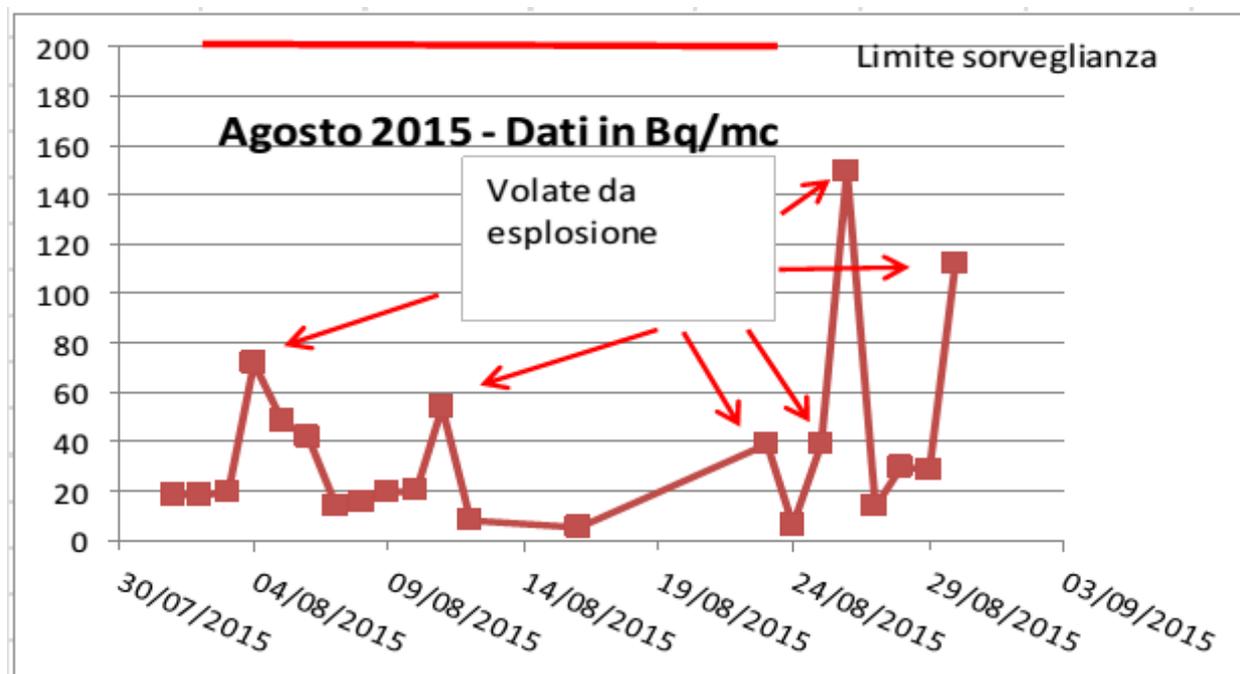


Figura 3b: MESE DI AGOSTO - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante rivelatore MR01.
Valori medi giornalieri

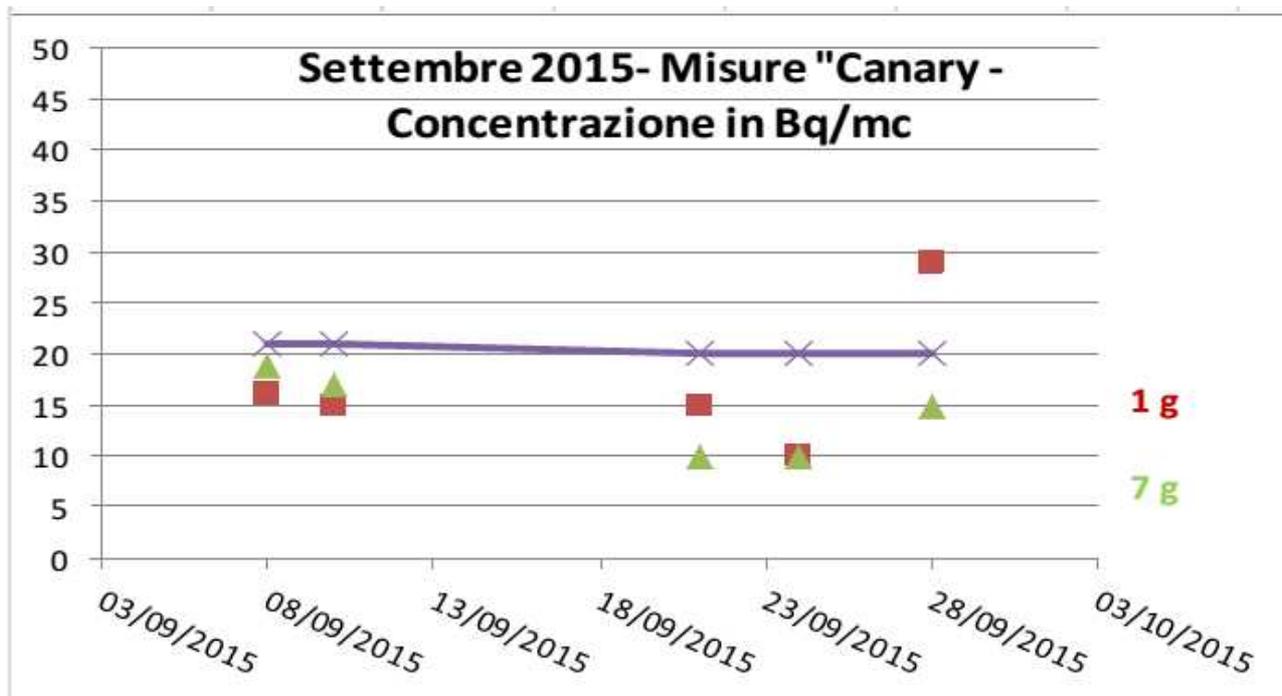


Figura 4a: MESE DI SETTEMBRE - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante contatori Canary.
Valori medi nel periodo

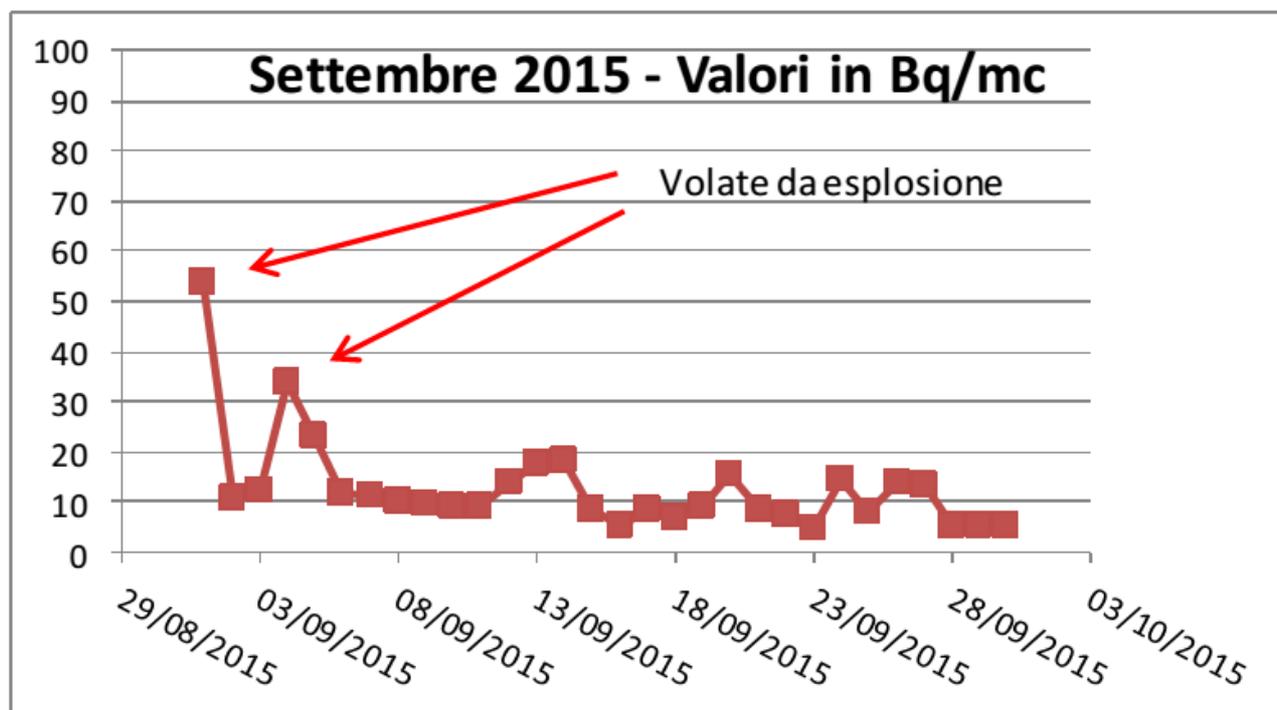


Figura 4b: MESE DI SETTEMBRE - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante rivelatore MR01.
Valori medi giornalieri

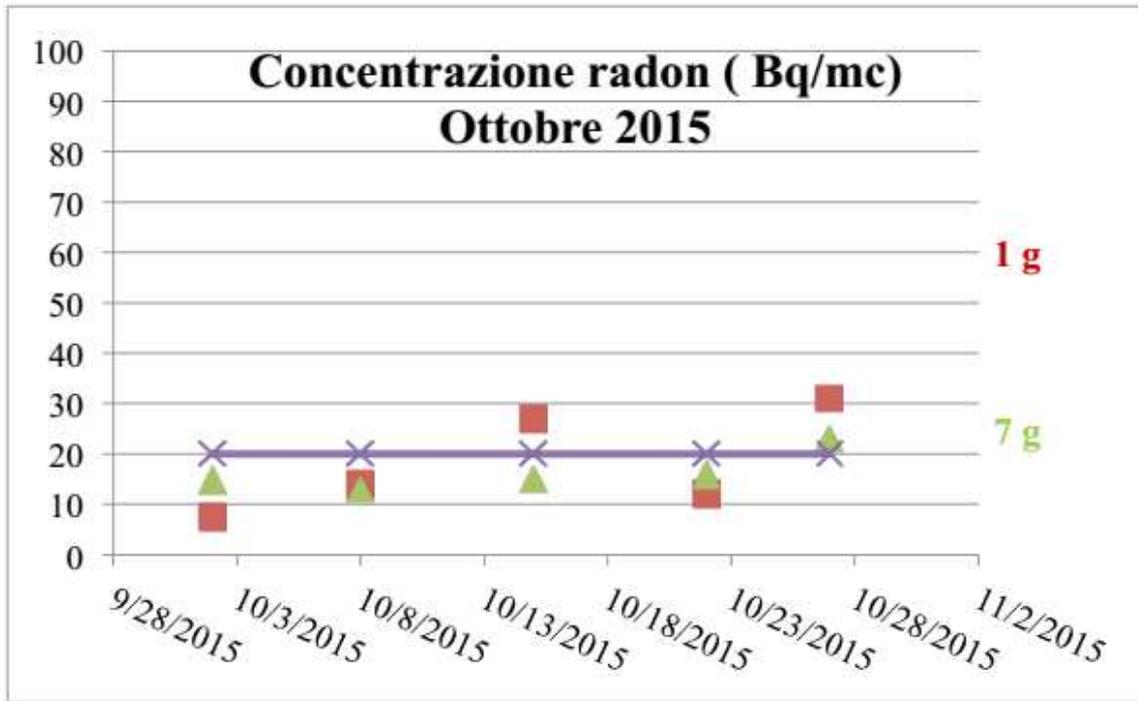


Figura 5a: MESE DI OTTOBRE - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante contatori Canary.
Valori medi nel periodo

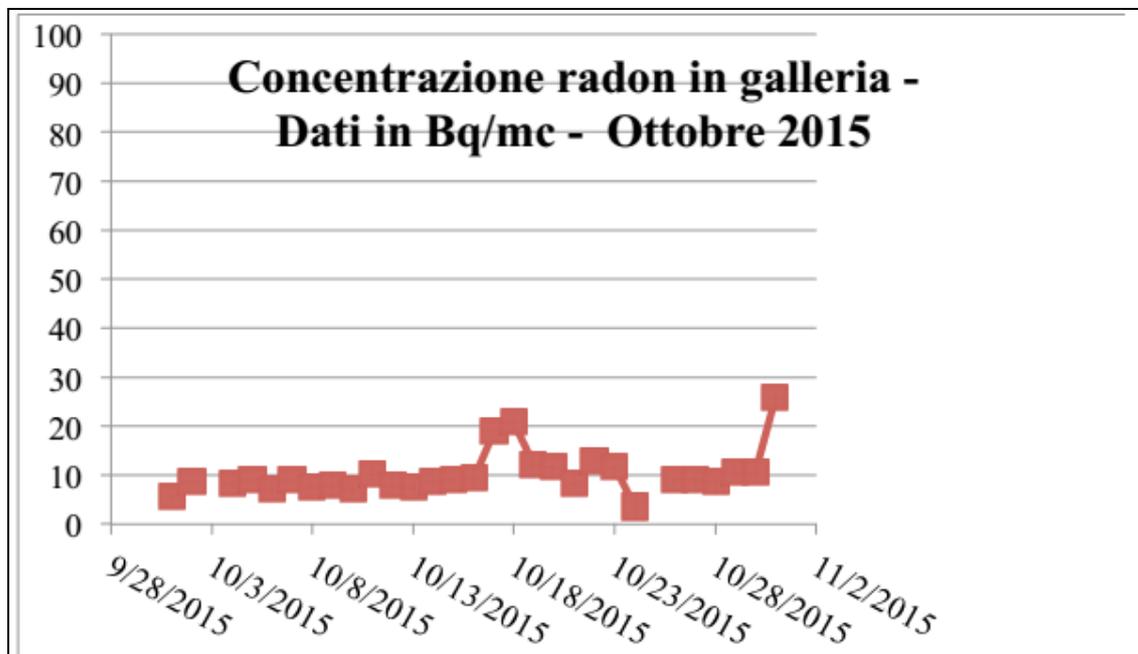


Figura 5b: MESE DI OTTOBRE - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante rivelatore MR01.
Valori medi giornalieri

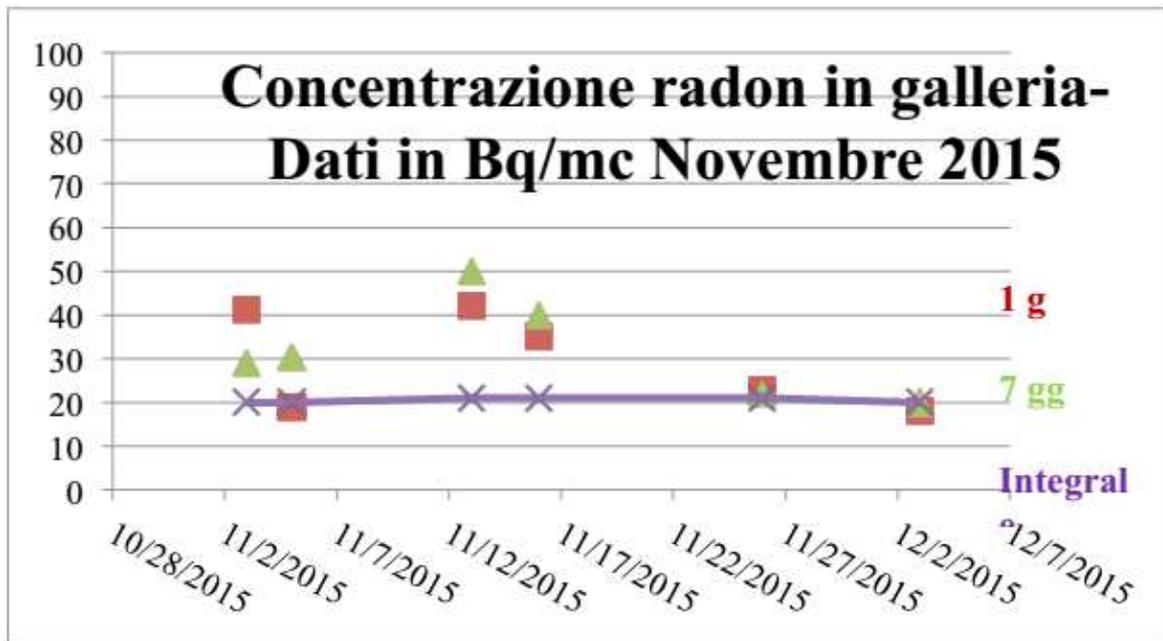


Figura 6a: MESE DI NOVEMBRE - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante contatori Canary.
Valori medi nel periodo

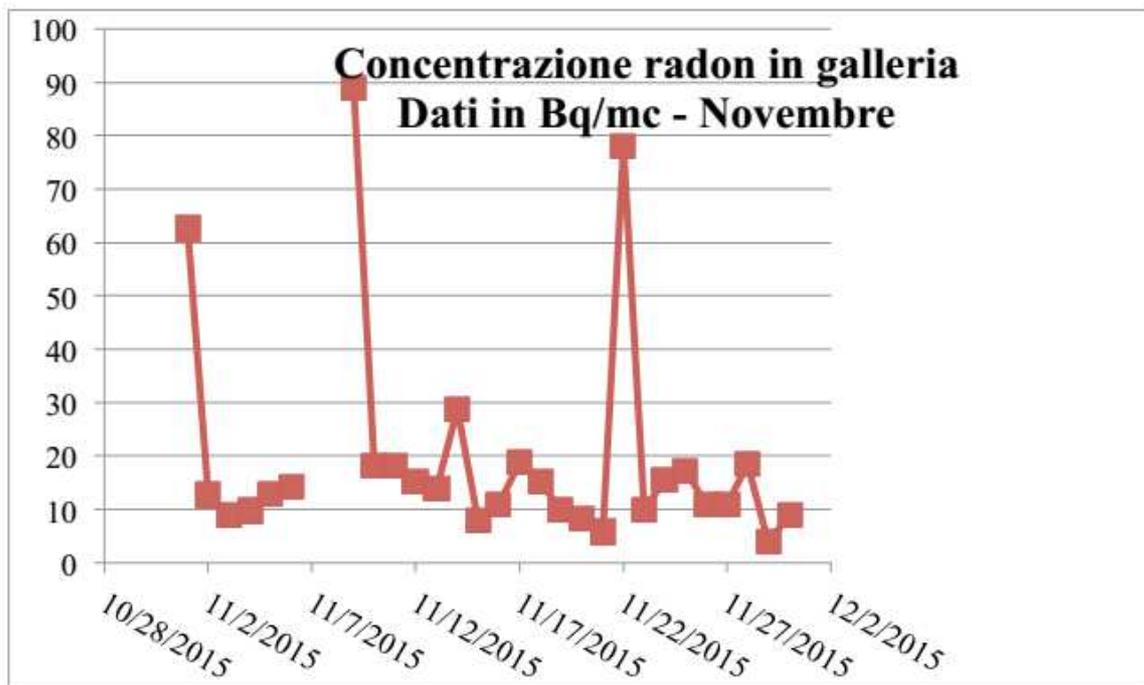


Figura 6b: MESE DI NOVEMBRE - CRn nel tunnel. Rilevazione TELT mediante rivelatore MR01.
Valori medi giornalieri

I dati di concentrazione di attività radon rilevati da Arpa e da Telt risultano confrontabili e notevolmente inferiori sia al livello d'azione di 500 Bq/m³ (D.Lvo 230/95 e s.m.i) sia alla “soglia di sorveglianza” stabilita (200 Bq/m³).

5 Misure di rateo di dose gamma. Cunicolo esplorativo

I dati di rateo di dose gamma (periodo luglio – dicembre 2015) acquisiti da Venaus entro la zona di scavo tramite un Geiger – Mueller “Guardian Ray” posizionato sulla TBM in prossimità della cabina comandi sono riportati in figura 7.

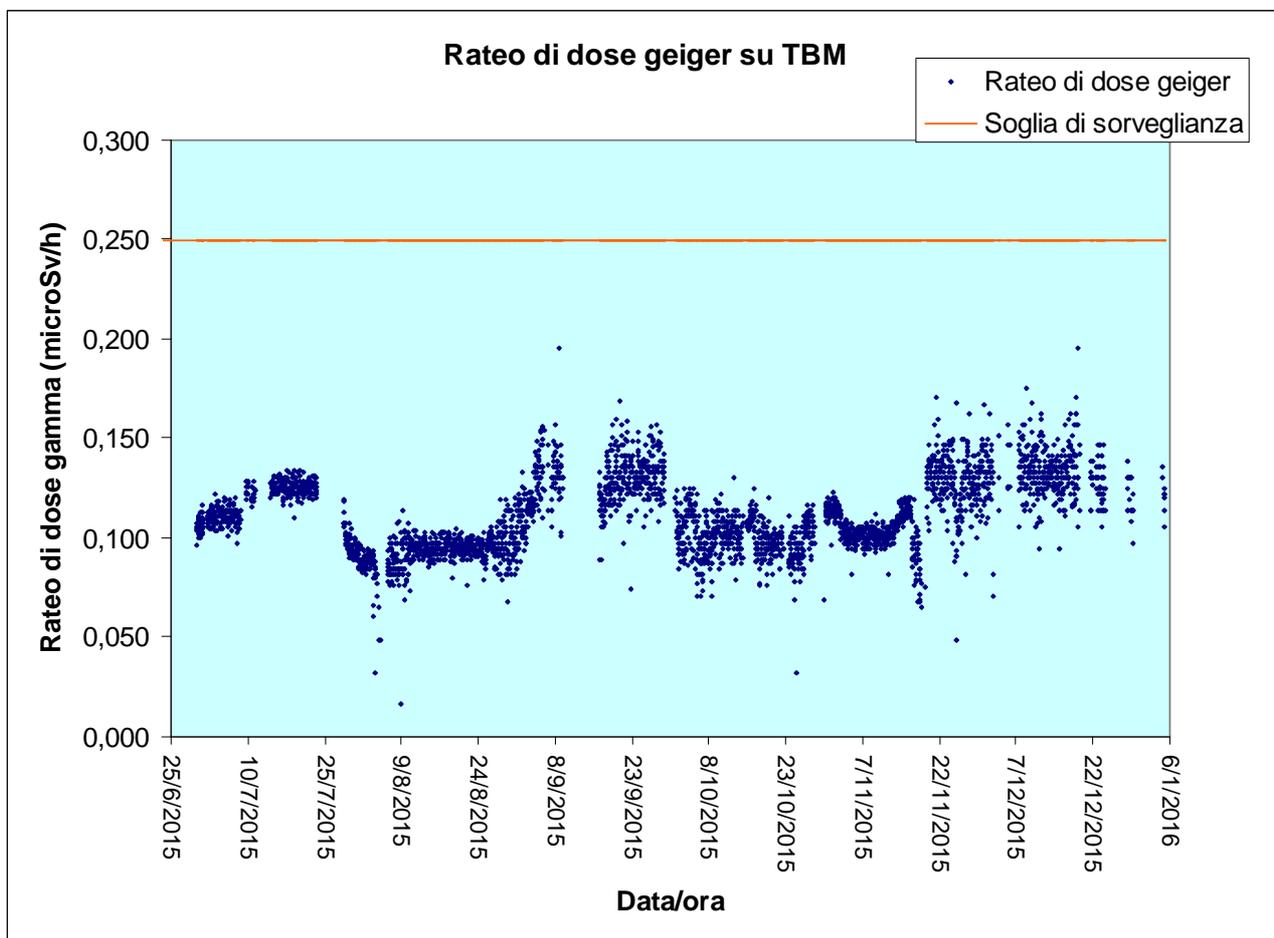


Figura 7: andamento temporale del rateo di dose gamma al fronte scavo. Valori medi orari strumentali

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

Come evidenziato dal grafico, i valori di rateo di dose al fronte scavo risultano tutti ampiamente inferiori alla “soglia di sorveglianza” di 250 mSv/h (linea rossa in figura 7).

Prove di corretto funzionamento del Geiger sono state eseguite nel corso del sopralluogo del 30/09/2015 utilizzando una sorgente minerale naturale di ^{238}U e dei suoi prodotti di decadimento (verbale Arpa n.16/IV/2015 del 30/09/2015). Il Geiger Mueller risponde alle sollecitazioni generate dalla sorgente naturale rivelando le variazioni di rateo di dose gamma ottenute collocando la sorgente in diverse posizioni e a diverse distanze dallo stesso.

Nessuna criticità è stata evidenziata anche dai rilievi radiometrici eseguiti entro il cunicolo con il rateometro “Automess” di Arpa (vedi verbali di sopralluogo periodo luglio – dicembre 2015) e dai valori misurati dai dosimetri TLD (dosimetri a termoluminescenza) posizionati lungo il cunicolo e sulla TBM c/o il Geiger.

In figura 8 sono riportati i valori di rateo di dose misurati dai TLD, nei diversi periodi di misura, da dicembre 2014 a gennaio 2016 a vari Pk entro il cunicolo e c/o il geiger.

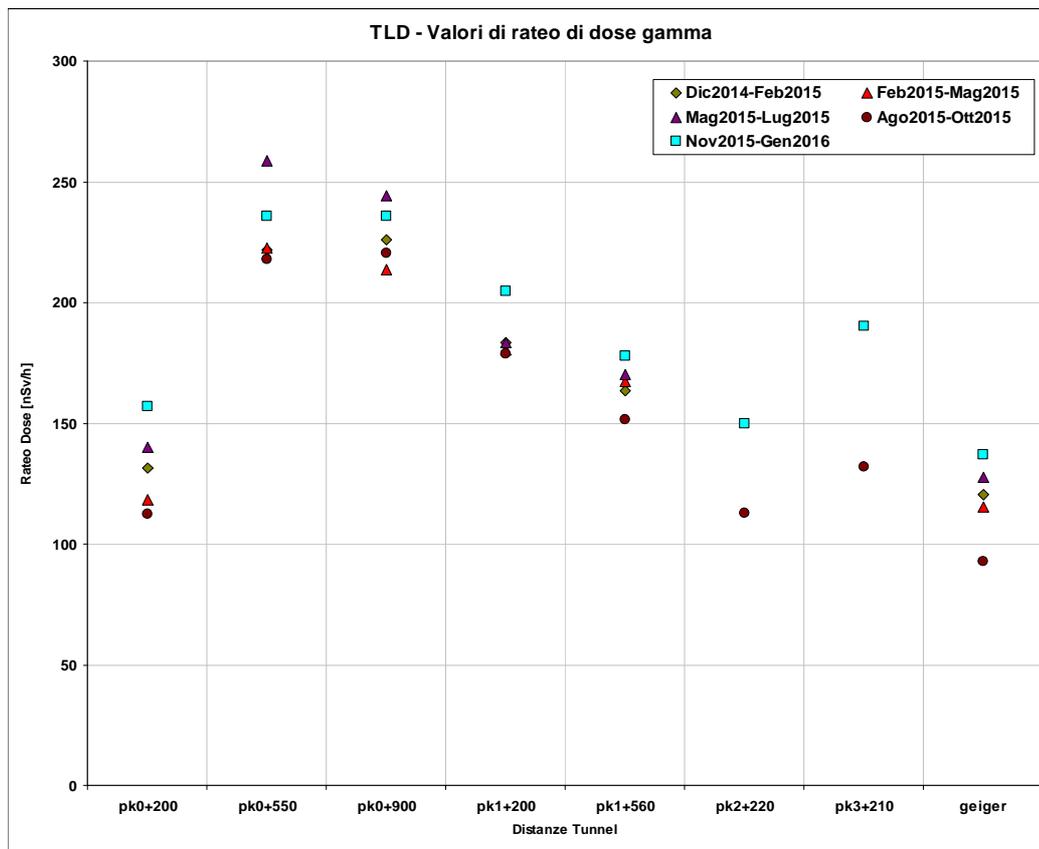


Figura 8: misure ARPA di rateo di dose gamma ambientale con dosimetri TLD

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

6 Misure di rateo di dose e di spettrometria gamma - cumuli di smarino.

La radioattività del materiale di scavo è controllata giornalmente da Venaus tramite acquisizione del rateo di dose gamma sui cumuli di smarino con un rateometro “Atomtex” e con analisi di spettrometria gamma (con frequenza semestrale), volte alla determinazione della concentrazione di attività dei principali radionuclidi contenuti, nei campioni di roccia. 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.

Le medie giornaliere dei valori rateo di dose gamma acquisiti da Venaus sui cumuli di smarino nel secondo semestre dell’anno 2015 sono riportati in figura 9.

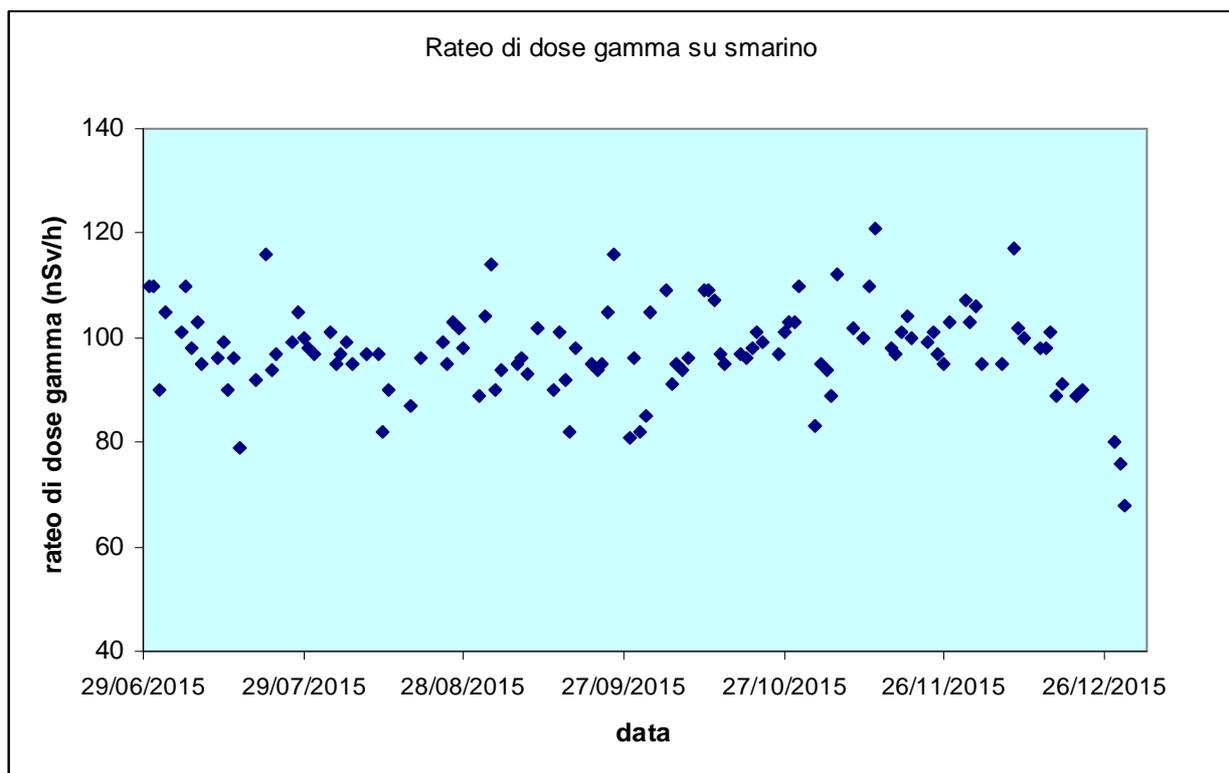


Figura 9: valori medi giornalieri di rateo di dose gamma acquisiti da Venaus sullo smarino – misure sperimentali

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

I valori di rateo acquisiti sui cumuli di smarino risultano nella norma e tipici di materiali a medio-basso contenuto di radioattività, come mostrato anche nella tabella 2, che riassume i dati di concentrazione di attività dei principali radionuclidi presenti nel materiale di scavo e mette a confronto le analisi di spettrometria gamma eseguite per conto di TELT dalla ditta U-Series e da Arpa Piemonte (Metodo Interno U.R.P. M827-rev.7:2015) durante la propria attività di vigilanza, svolta generalmente con cadenza mensile.

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

RADIONUCLIDE	ARPA	ARPA	TELT	ARPA	ARPA
	Prelievo del 31/07/2015	Prelievo del 30/09/2015	Prelievo del 28/09/2015	Prelievo del 12/11/2015	Prelievo del 18/12/2015
	Concentrazione di attività Bq/kg				
^{234m} Pa	36 ± 1	<34	/	43 ± 21	26 ± 12
²²⁶ Ra	14 ± 3	28 ± 6	30,6 ± 1	33 ± 5	32 ± 5
²¹⁴ Pb	16 ± 2	28 ± 3	31 ± 2	30 ± 3	31 ± 4
²¹⁴ Bi	14 ± 2	24 ± 3	31 ± 4	29 ± 3	29 ± 3
²²⁸ Ac	16 ± 2	32 ± 3	36 ± 4	34 ± 3	35 ± 4
²¹² Pb	18 ± 2	33 ± 4	36 ± 1	36 ± 4	38 ± 5
²¹² Bi	11 ± 2	24 ± 4	/	23 ± 3	25 ± 3
²⁰⁸ Tl	5 ± 1	10 ± 1	33 ± 2	12 ± 1	12 ± 1
²³⁵ U	1,4 ± 1,1	<2,5	/	1,9 ± 1,0	2,4 ± 1,4
⁴⁰ K	414 ± 39	768 ± 69	720 ± 20	886 ± 81	897 ± 84

Tabella 2: analisi di spettrometria gamma su campioni di smarino - confronto risultati TELT/ARPA
(luglio – gennaio 2015)

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

7 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 nel quale sono convogliate sia le acque di lavorazione che quelle provenienti dalla zona di scavo, Venaus 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 di figura 10 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.

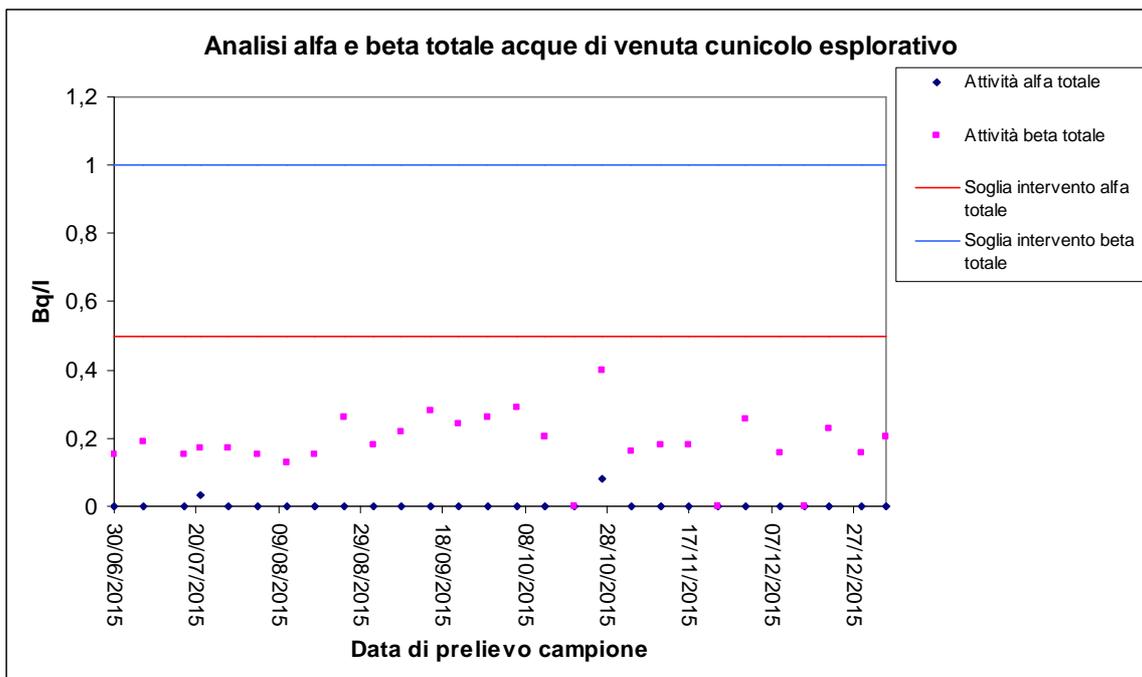


Figura 10: risultati analisi alfa e beta totale trasmessi da TELT sulle acque convogliate all'impianto di depurazione – semestre luglio - dicembre 2015

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).

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

In tabella 3, sono invece riportati a confronto i risultati delle analisi alfa e beta totale, eseguite da Arpa con il metodo della scintillazione liquida (Metodo UNI 11260 – U.R.P.M805) e dal Laboratorio incaricato da TELT, su aliquote di campioni di acqua prelevati in data:28/07/15, 29/09/15, 10/11/15 e 15/12/15.

Acque di ingresso all'impianto di depurazione				
campione	Analisi Arpa		Analisi TELT	
	Attività alfa Totale	Attività Beta Totale	Attività alfa Totale	Attività Beta Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)
ACQ_RAD28/07/15	0,065 ± 0,015	0,19 ± 0,06	<0,015	0,17± 0,05
ACQ_RAD29/09/15	0,073 ± 0,017	0,26 ± 0,06	<0,02	0,26 ± 0,08
ACQ_RAD10/11/15	0,075 ± 0,017	0,34 ± 0,07	<0,019	0,181± 0,011
ACQ_RAD15/12/15	0,043 ± 0,015	0,201 ± 0,06	<0,03	<0,04

Tabella 3:confronto Arpa/TELT - determinazione alfa e beta totale su acque ingresso impianto di depurazione

I risultati delle analisi effettuate da Arpa e da TELT sulle aliquote di uno stesso campione, risultano abbastanza compatibili e confermano i bassi valori di radioattività nelle acque.

Su richiesta del Dipartimento Tematico Radiazioni di Arpa, e come riportato nel PGA rev.n (Piano di Gestione Ambientale), Venaus effettua semestralmente anche un controllo radiometrico sui fanghi di risulta dall'impianto di depurazione. Tale controllo, che sostituisce la misura sistematica del rateo di dose gamma sui fanghi, precedentemente prevista, avviene tramite spettrometria gamma.

La tabella 4 riassume i risultati delle analisi eseguite da Arpa sul campione prelevato in data 30/09/2015 (verbale n.16/IV/2015)), e riporta a confronto i dati delle analisi eseguite da Arpa e dalla ditta U-Series per conto di Venaus su aliquote dello stesso campione prelevato in data 18/11/2015 da Venaus ed acquisito da Arpa nel corso del sopralluogo del 18/12/2015 (verbale n.25/IV/2015).

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 ARPA/TELT - analisi di spettrometria gamma fanghi da impianto trattamento acque			
RADIONUCLIDE	ARPA	ARPA	TELT
	Prelievo del 30/09/2015	Prelievo del 18/11/2015	Prelievo del 18/11/2015
	Concentrazione di attività Bq/kg	Concentrazione di attività Bq/kg	Concentrazione di attività Bq/kg
^{234m} Pa	<59	<36	/
²²⁶ Ra	42 ± 11	39 ± 7	59 ± 2
²¹⁴ Pb	40 ± 8	41 ± 5	59 ± 3
²¹⁴ Bi	38 ± 6	41 ± 5	60 ± 7
²²⁸ Ac	56 ± 9	51 ± 5	78 ± 6
²¹² Pb	34 ± 7	36 ± 5	50 ± 2
²¹² Bi	31 ± 7	30 ± 5	/
²⁰⁸ Tl	11 ± 2	12 ± 1	50 ± 3
²³⁵ U	<4,2	<2,3	/
⁴⁰ K	562 ± 77	647 ± 60	880 ± 30

Tabella 4: concentrazione di attività radionuclidi nei fanghi di risulta dall'impianto depurazione acque. Analisi di spettrometria gamma eseguite dai laboratori U-Series in data 10/12/2015 e dai laboratori Arpa in data 20/01/2016.

Dalla tabella 4 si osserva che i risultati delle analisi condotte sui fanghi dai laboratori di Arpa e dall'U-Series non presentano dati anomali. Tuttavia non sono completamente compatibili in quanto i dati comunicati dall'U-Series sovrastimano il dato Arpa: verranno effettuate verifiche per approfondire questo aspetto.

8 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 settimanale e la spettrometria gamma mensile su filtro per PTS (polveri totali sospese) utilizzato da una stazione predisposta in prossimità dell'imbocco del cunicolo esplorativo.

In tabella 5 sono riportati i dati settimanali di alfa e beta totale per il semestre luglio-dicembre 2015.

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

Campionamento PTS RAD		Stazione area cantiere		DATA ANALISI
data inizio	data fine	Attività Alfa	Attività Beta	
		(mBq/m ³)		
30/06/15	07/07/15	0,44	<1,1	13/07/15
07/07/15	14/07/15	0,33	<1,1	20/07/15
14/07/15	21/07/15	0,43	<1	27/07/15
21/07/15	28/07/15	0,26	<1,1	03/08/15
28/07/15	04/08/15	0,18	<1,1	10/08/15
04/08/15	11/08/15	0,2	<1,1	17/08/15
11/08/15	18/08/15	0,35	<1,1	24/08/15
18/08/15	25/08/15	0,12	<0,9	31/08/15
25/08/15	01/09/15	0,47	<0,9	07/09/15
01/09/15	08/09/15	0,54	<1	14/09/15
08/09/15	15/09/15	0,13	<1,1	21/09/15
15/09/15	22/09/15	0,09	<0,9	28/09/15
22/09/15	29/09/15	<0,08	<1	05/10/15
29/09/15	06/10/15	<0,08	<1,1	13/10/15
06/10/15	13/10/15	<0,08	<1	19/10/15
13/10/15	20/10/15	<0,08	<1,1	26/10/15
20/10/15	27/10/15	0,23	<1,1	02/11/15
27/10/15	03/11/15	0,13	<1,1	09/11/15
03/11/15	10/11/15	0,2	<1,1	16/11/15
10/11/15	17/11/15	0,4	<1,1	23/11/15
17/11/15	24/11/15	0,22	<1,1	30/11/15
24/11/15	01/12/15	0,29	<1,3	07/12/15
01/12/15	09/12/15	0,56	<0,9	14/12/15
09/12/15	15/12/15	0,39	<1,1	21/12/15
15/12/15	21/12/15	0,36	<1,2	28/12/15
21/12/15	29/12/15	0,44	<1	04/01/16
29/12/15	04/01/16	0,39	<1,1	11/01/16

Tabella 5: concentrazione di attività alfa e beta totale su filtri per PTS – dati trasmessi da TELT

Nella figura 11 è graficato, invece, l'andamento nel tempo dei valori di attività alfa totale su PTS, con indicati in azzurro e in rosso i livelli di attenzione (0,6mBq/m³) e di intervento (0,8 mBq/m³) "ridefiniti" secondo quanto riportato nella revisione N del PGA.

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

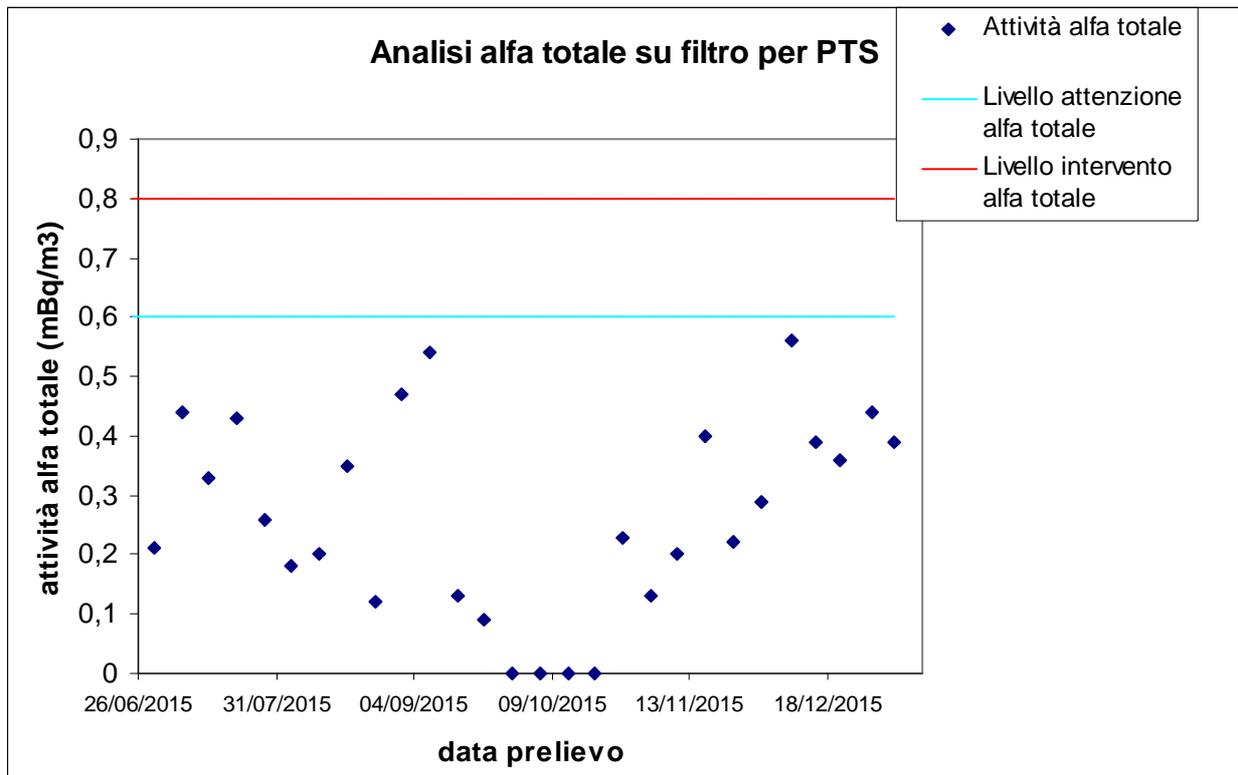


Figura 11:attività alfa totale su PTS – 2° semestre anno 2015 – dati trasmessi TELT

- Dalla tabella 5 e dalla figura 11 si osserva che la concentrazione di attività alfa e beta totale nelle PTS non ha mai superato il livello di attenzione. Gli eventi di superamento del livello di sorveglianza stabilito per l'attività alfa ($0,4 \text{ mBq/m}^3$), valori peraltro insignificanti dal punto di vista radioprotezionistico, sono stati attribuiti ad un aumento della polverosità presente nell'area cantiere.

Anche 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, hanno sempre fornito valori i concentrazione di attività inferiori alle MAR.

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

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

10 Il monitoraggio delle particelle aerodisperse, analisi dei dati.

La misura della radioattività nelle particelle aerodisperse, come stabilito da PMA (piano di Monitoraggio Ambientale), è stata condotta da TELT 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), viene eseguita l'analisi per la determinazione dell'attività alfa e beta totale mentre mensilmente sul pacchetto di filtri settimanali è eseguita una spettrometria gamma. Nella tabella 6 sono riportati i dati di concentrazione alfa e beta totale su PTS per le stazioni citate.

Campionamento		Stazione _5.4		Stazione _7.1	
data inizio	data fine	Attività Alfa	Attività Beta	Attività Alfa	Attività Beta
		(mBq/m ³)		(mBq/m ³)	
30/06/2015	07/07/2015	0,091	1,983	0,087	2,073
07/07/2015	14/07/2015	0,059	1,216	0,137	1,351
14/07/2015	21/07/2015	0,076	2,134	0,115	2,093
21/07/2015	28/07/2015	0,142	1,339	0,056	1,402
28/07/2015	04/08/2015	0,109	1,051	<0,05	0,788
04/08/2015	11/08/2015	0,068	1,744	<0,034	1,795
11/08/2015	18/08/2015	0,047	1,286	<0,04	1,405
18/08/2015	25/08/2015	0,053	0,919	0,123	0,946
25/08/2015	01/09/2015	0,094	1,785	<0,04	1,821
01/09/2015	08/09/2015	0,054	0,975	0,053	0,986
08/09/2015	15/09/2015	0,047	0,097	<0,04	0,919
15/09/2015	22/09/2015	<0,039	0,782	0,128	0,724
22/09/2015	29/09/2015	0,31	0,781	<0,035	0,921
29/09/2015	06/10/2015	0,057	0,677	0,066	1,272
06/10/2015	13/10/2015	0,045	0,895	<0,036	0,657
13/10/2015	20/10/2015	0,06	1,074	0,049	1,023
20/10/2015	27/10/2015	<0,035	1,512	0,07	1,444
27/10/2015	03/12/2015	0,093	1,163	0,097	1,107
03/12/2015	10/11/2015	0,092	0,969	0,085	0,789
10/11/2015	17/11/2015	0,056	1,378	<0,041	1,138
17/11/2015	24/11/2015	0,098	0,854	0,077	0,538
24/11/2015	01/12/2015	0,071	0,721	0,078	0,734
01/12/2015	09/12/2015	0,102	1,974	0,134	1,871
09/12/2015	15/12/2015	0,22	1,964	0,107	1,476
15/12/2015	22/12/2015	0,131	1,473	0,06	1,447
22/12/2015	29/12/2015	0,049	1,37	0,078	1,211
29/12/2015	05/01/2016	0,116	1,73	0,099	1,468

Tabella 6: 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

Nei grafici di figure 12, 13, 14 e 15 sono invece riportati rispettivamente i valori di attività alfa e di attività beta con indicate in rosso le “soglie di intervento” (0,5 mBq/m³ per le misure di alfa totale e 5 mBq/m³ per le misure di beta totale) ed in verde le “soglie di controllo statistico” definite da noi attraverso il calcolo del 95% UTL (Upper tale limit) con il 95% di copertura dei dati.

Per entrambe le stazioni di monitoraggio e solo per l’attività beta totale le soglie di controllo sono state ricalcolate in ragione di un campione disponibile di dati rilevati ora più numeroso e distribuito in modo normale:

- “soglia di controllo statistico”, ricalcolata, per il beta totale di 1,704 mBq/m³ per la stazione PTS RAD A5.4 e di 1,663 mBq/m³ per la stazione PTS RAD A7.1
- “soglia di controllo statistico” per l’alfa totale di 0,311 mBq/m³ per la stazione PTS RAD A5.4 e di 0,212 mBq/m³ per la stazione PTS RAD A7.1.

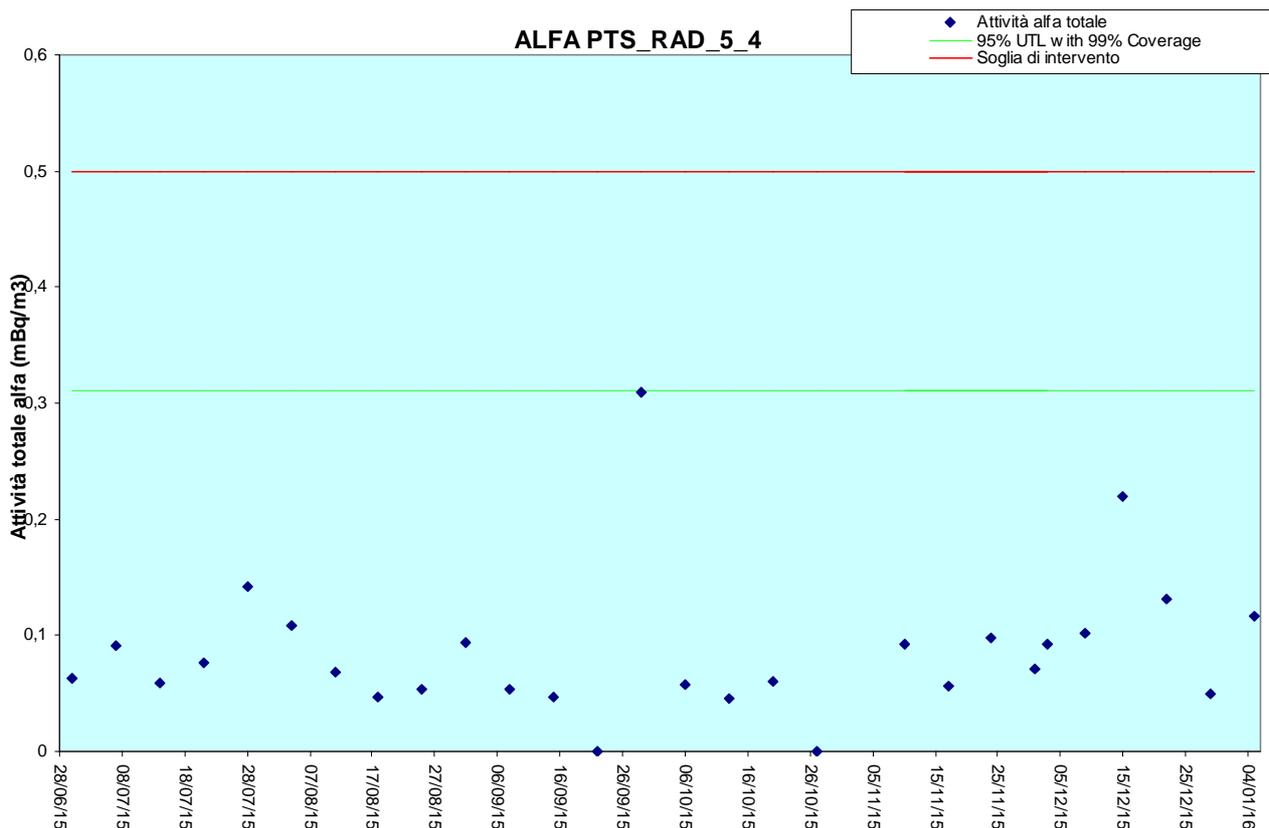


Figura 12: Valori di attività ALFA totale su PTS – stazione A5.4

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

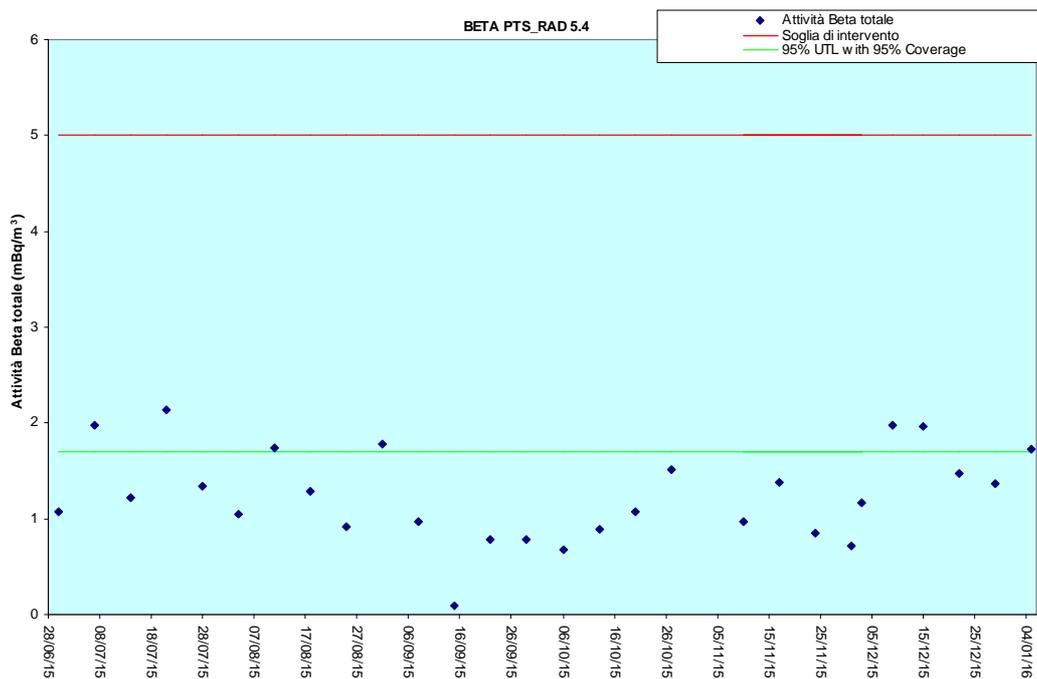


Figura 13: Valori di attività BETA totale su PTS – stazione A5.4

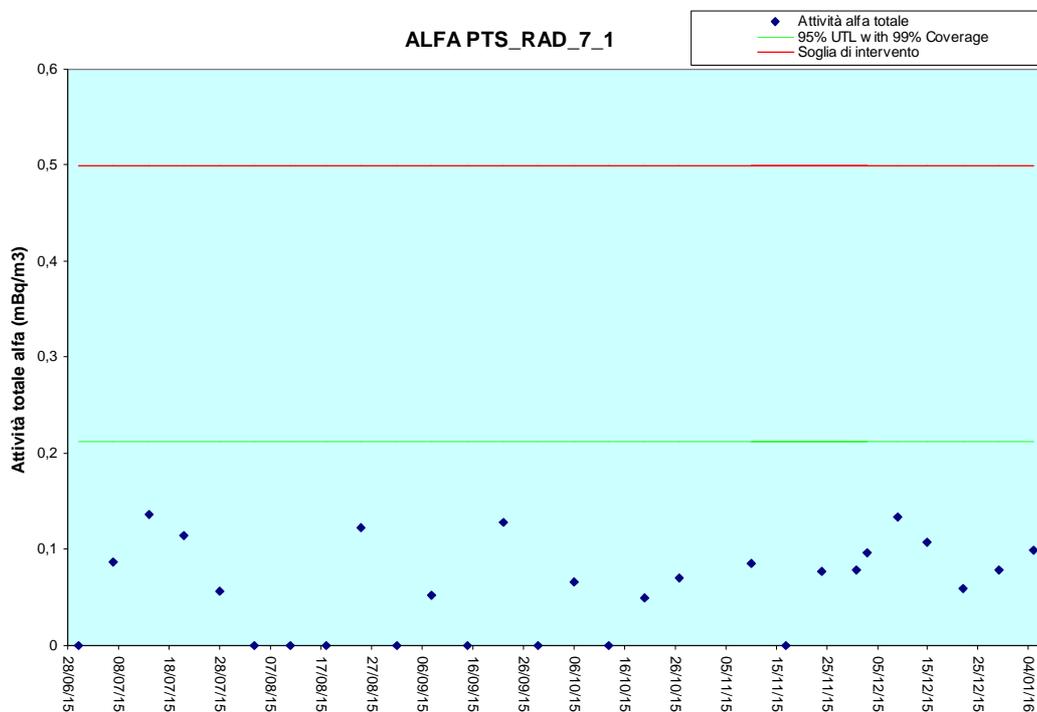


Figura 14: Valori di attività ALFA totale su PTS – stazione A7.1

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

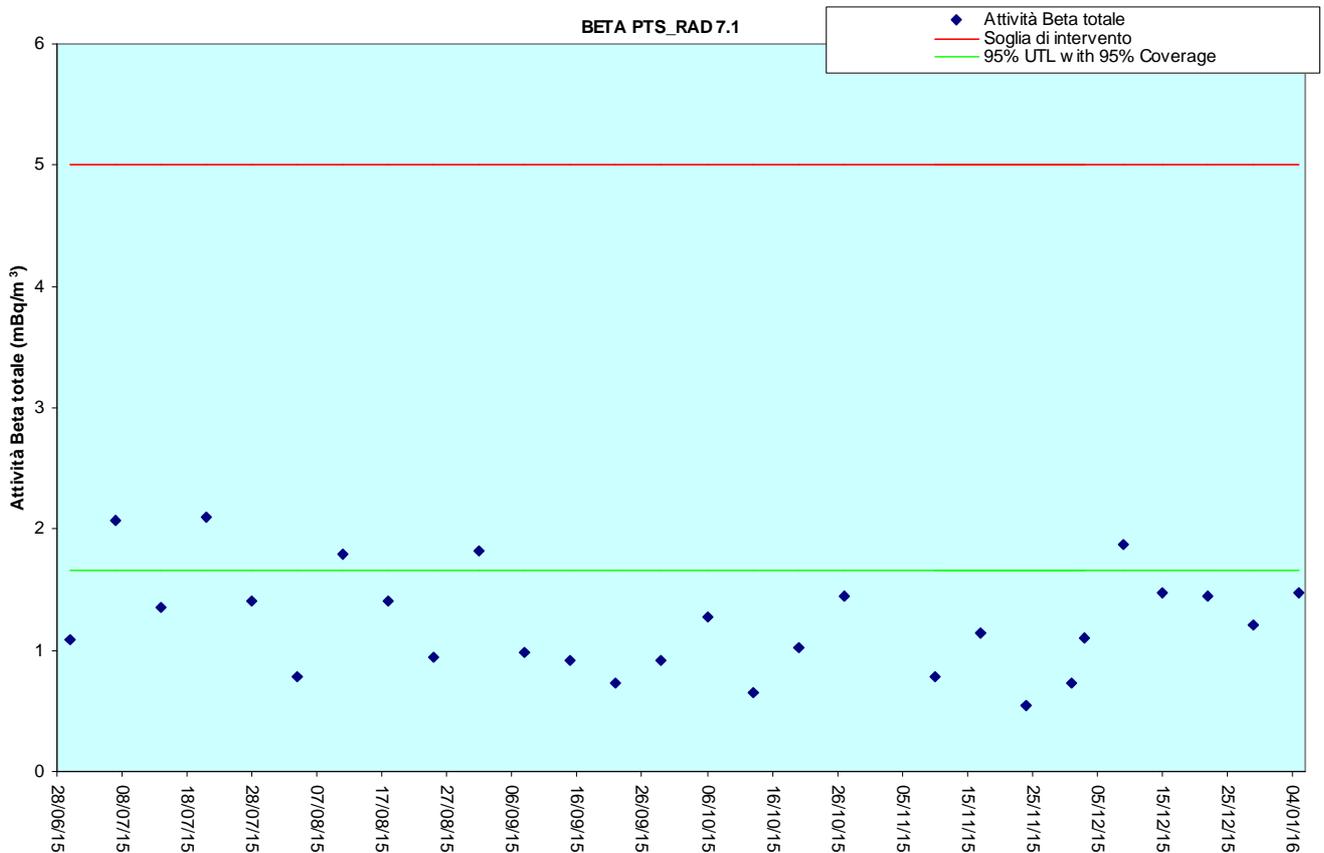


Figura 15: Valori di attività BETA totale su PTS – stazione A7.1

Dalla tabella 6 e dalle figure 13 e 15 sui valori dell'attività beta totale si osservano alcuni superamenti della “soglia di controllo statistico” che possono essere giustificati dall'aumento di polveri totali sospese in atmosfera causato dalla scarsa piovosità che ha caratterizzato il semestre luglio-dicembre 2015.

Nella tabella 7 sono invece riassunti i risultati delle analisi di spettrometria gamma (^{212}Pb , ^{214}Pb e ^{137}Cs) eseguite mensilmente sui pacchetti di filtri per il PTS utilizzati nelle due stazioni di monitoraggio.

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 ²¹⁴ Pb	Attività ¹³⁷ Cs	Attività ²¹² Pb
	(mBq/m ³)	(mBq/m ³)	(mBq/m ³)
lug_15	<0,17	<0,08	<0,1
ago_15	<0,12	<0,06	<0,07
sett_15	<0,16	<0,07	0,22 ± 0,2
ott_15	<0,23	<0,08	<0,1
nov_15	0,54 ± 0,29	<0,06	<0,1
dic_15	0,4 ± 0,32	<0,07	<0,12
PTS_RAD 7.1			
Periodo campionamento	Attività ²¹⁴ Pb	Attività ¹³⁷ Cs	Attività ²¹² Pb
	(mBq/m ³)	(mBq/m ³)	(mBq/m ³)
lug_15	<0,18	<0,08	<0,11
ago_15	<0,15	<0,06	<0,09
sett_15	<0,15	<0,07	<0,16
ott_15	<0,21	<0,08	<0,11
nov_15	0,41 ± 0,26	<0,07	<0,18
dic_15	0,4 ± 0,32	<0,07	<0,12

Tabella 7: analisi mensile di spettrometria gamma su pacchetto di filtri - stazioni A5.4 e A7.1

Tutte le analisi condotte sui filtri per monitorare la radioattività nel particolato atmosferico hanno fornito valori tipici del fondo.

11 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 con frequenza bimestrale, così come concordato nella riunione con TELT presso il Dipartimento di Ivrea, finalizzata alla ridefinizione del monitoraggio esterno (verbale di riunione Arpa del 10/11/2014 e lettera Arpa Prot. n.99940 del 28/11/2014). Nella tabella 8 sono indicati, per i due punti di prelievo, i risultati delle analisi alfa e beta totale nel secondo semestre dell'anno 2015:

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

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 prelievo	ASP_032		ASP_031	
	Attività β Totale	Attività α Totale	Attività β Totale	Attività α Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)
11/08/2015	0,144	0,085	0,162	<0,067
31/10/2015	<0,077	0,084	<0,083	<0,067
09/12/2015	0,166	0,093	0,155	<0,068

Tabella 8 attività alfa e beta totale – analisi acqua superficiale ASP_031 e ASP_032

Le figure 16 e 17 mettono invece a confronto i risultati delle analisi alfa e beta da gennaio 2014 a gennaio 2015 con i valori di riferimento per l'acqua potabile, indicati con la linea rossa nei grafici (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

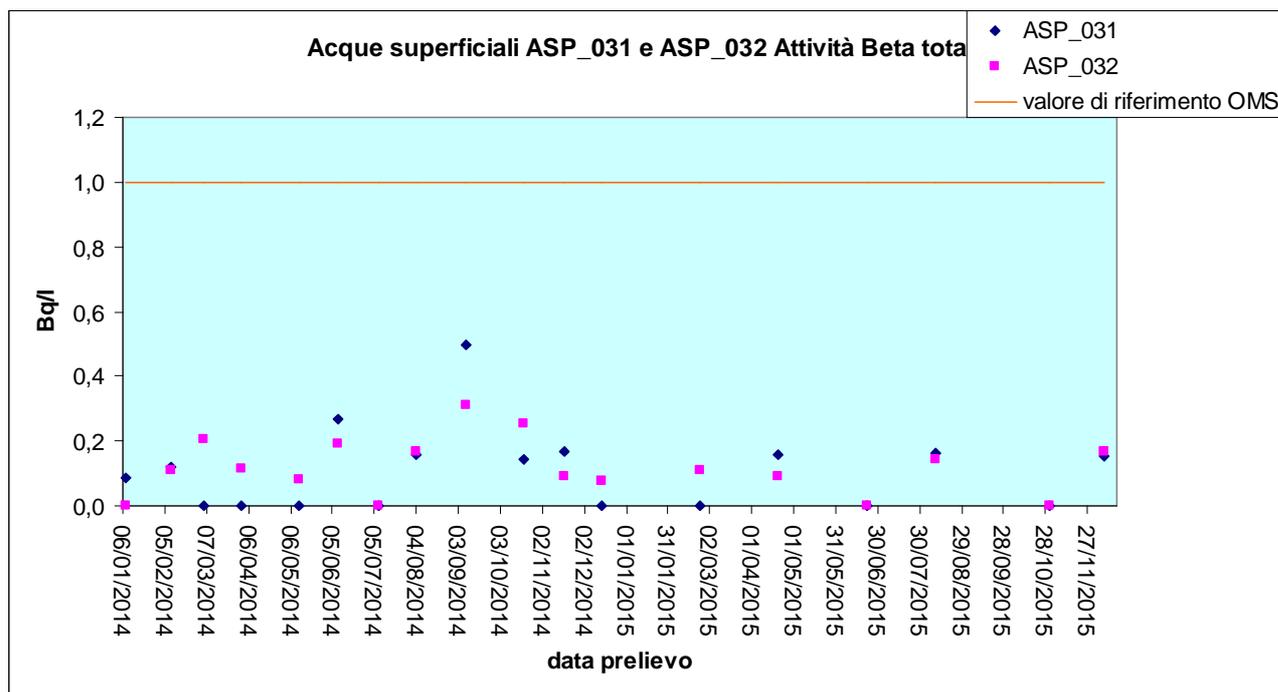


Figura 16: Attività beta totale per le acque ASP_031 e ASP_032

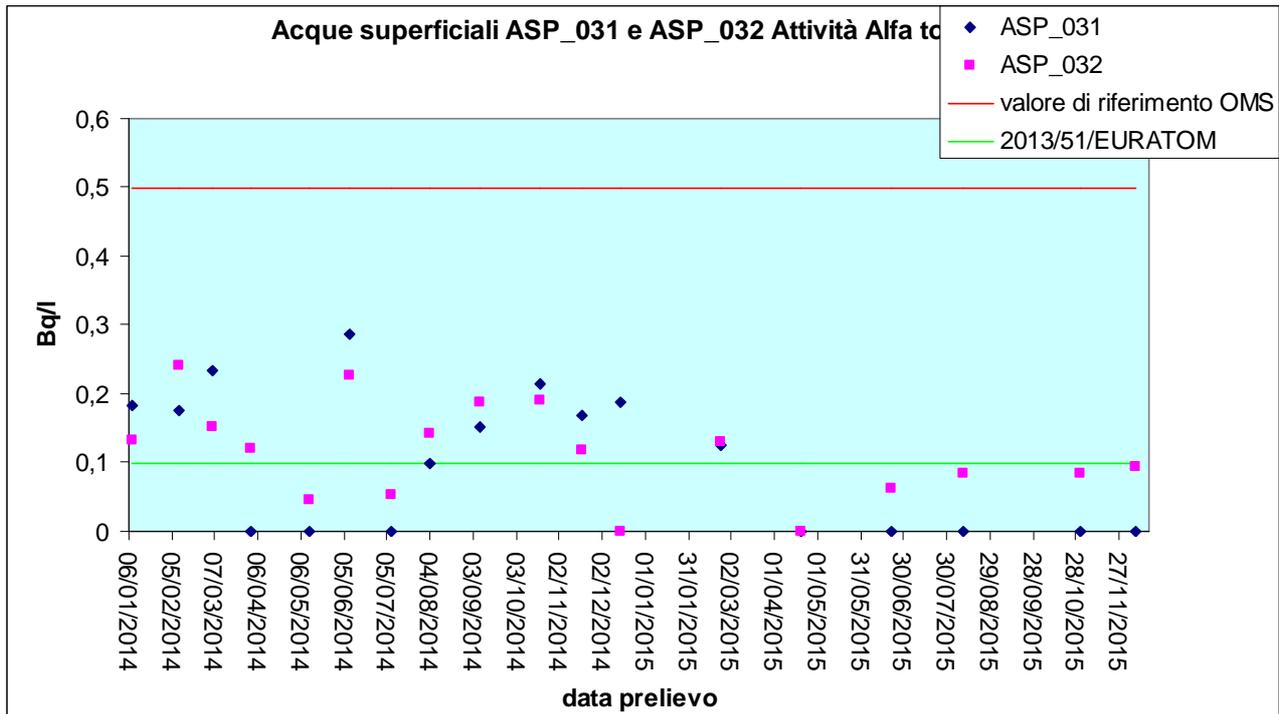


Figura 17: Attività alfa totale per le acque ASP_031 e ASP_032

Come si può osservare dalla tabella 8 e dalle figure 16 e 17, 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 17 è stato indicato come riferimento per l'attività alfa totale, oltre al livello di 0,5 Bq/l anche il livello di 0,1 Bq/l (linea verde), poichè l'eventuale superamento di 0,1 Bq/l, se associato alla presenza di ^{226}Ra e ^{228}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 TELT 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, TELT 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.

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

12 Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, valutazione dei risultati.

Le risorse idriche sotterranee, monitorate nel semestre luglio-dicembre 2015 sono state le seguenti:

Comune di Giaglione

- AST-010 Pratovecchio
- AST-011 Boscovedrino
- AST-012 Vasca Supita
- AST-218 Greisone
- AST-441 Vasca rottura 2 Greisone
- AST-446 S. Chiara
- AST-496 Pietra Porchera

Comune di Exilles

- AST-486 Vasca Cels

Comune di Chiomonte

- AST-222 Verger
- AST-381 Chejera

In tabella 9 sono presenti valori di attività beta e alfa totali per le acque sotterranee campionate il 23/09/2015. Si osserva che tutti i valori di attività alfa e beta totale risultano nettamente inferiori ai livelli di *screening*.

Prelievo acque AST - SETTEMBRE 2015		
Identificativo risorsa idrica	Attività β Totale	Attività α Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
AST_446	0,072	0,045
AST_486	0,078	0,043
AST_12	0,040	<0,022
AST_381	0,056	0,032
AST_496	0,077	0,041
AST_10	0,044	0,021
AST_11	0,035	0,032
AST_218	0,039	0,026
AST_222	0,065	0,035
AST_441	0,060	0,033

Tabella 9: 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

13 Conclusioni

Il monitoraggio condotto da TELT s.a.s. per la componente radiazioni ionizzanti internamente e esternamente al cantiere per la costruzione del cunicolo esplorativo de “La Maddalena” nel periodo luglio – dicembre 2015 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”.

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. I valori di concentrazione rivelati da ARPA e dalla ditta Venaus scarl per conto di Telt sono risultati compatibili e sempre ampiamente più bassi del livello d'Azione di 500 Bq/m³ (D.Lvo 230/95) e inferiori anche alla “soglia di sorveglianza” di 200 Bq/m³ stabilita.

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 TELT in continuo tramite un Geiger-Mueller posizionato in prossimità della testa della TBM. I valori acquisiti e trasmessi al Dipartimento Tematico Radiazioni, 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 TELT ha fornito valori confrontabili, entro l'incertezza di misura; tali valori sono tipici di materiali a medio-basso contenuto di radioattività.

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 sul particolato aerodisperso

Le misure di radioattività sul particolato atmosferico sono state effettuate correttamente.

La concentrazione di attività alfa e beta totale nelle PTS non ha mai superato il livello di attenzione. Gli eventi di superamento del livello di sorveglianza stabilito per l'attività alfa ($0,4 \text{ mBq/m}^3$), valori peraltro insignificanti dal punto di vista radioprotezionistico, sono stati attribuiti a temporanei aumenti della polverosità presente nell'area cantiere.

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).

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 ($0,5 \text{ Bq/l}$ per l'alfa totale e 1 Bq/l per l'attività beta). I risultati delle analisi effettuate da Arpa sulle aliquote dei un campioni prelevati da Venaus scarl, risultano abbastanza compatibili e confermano i bassi valori di radioattività nelle acque.

Anche l'analisi di spettrometria gamma sui fanghi di risulta dell'impianto di depurazione del cantiere ha confermato i bassi valori di concentrazione di attività dei radionuclidi naturali.

Monitoraggio esterno al cantiere

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}Pb , ^{214}Pb e ^{137}Cs).

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

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

Monitoraggio delle risorse idriche

Il monitoraggio bimestrale delle acque superficiali e quello semestrale 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^a edizione, WHO, 2011 (0,5 Bq/l per l'alfa totale e 1 Bq/l per il beta totale).

In conclusione, si può affermare che, i monitoraggi condotti per conto di TELT e dal Dipartimento Tematico Radiazioni di ARPA, nel periodo luglio-dicembre 2015 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