

**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 gennaio – dicembre 2017**

**Relazione tecnica n. 728/IR/2018**

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. Cunicolo esplorativo	7
3.3 Misure di rateo di dose e di spettrometria gamma - cumuli di smarino.	8
3.4 Misure di radioattività sulle acque di ingresso all'impianto di depurazione.	10
3.5 Monitoraggio delle particelle aerodisperse – stazione interna al cantiere.	13
4 Monitoraggio esterno al cantiere - Analisi dei dati di radioattività ambientale.	15
4.1 Il monitoraggio delle particelle aerodisperse, analisi dei dati.	15
4.2 Il monitoraggio delle risorse idriche superficiali, valutazione dei risultati.	16
4.3 Il monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, valutazione dei risultati.	17
5 Conclusioni	19

### **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 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 gennaio - dicembre 2017.

L'attività di controllo e vigilanza è stata anche svolta tramite confronto dei dati rilevati da TELT s.a.s. e dai tecnici Arpa attraverso misure e prelievo di campioni in doppio e con analisi di laboratorio su aliquote dello stesso campione.

## 2 Sopralluoghi Arpa e misure di radioattività ambientale.

Nel periodo gennaio – dicembre dell'anno 2017, i tecnici del Dipartimento Tematico Radiazioni hanno effettuato presso il cantiere i seguenti sopralluoghi:

- ❖ in data 07/03/2017 (verbale n.7/IV/2017), nel corso del quale sono state fatte:
  - misure di attività radon entro il cunicolo attraverso:
    - ritiro di n.8 dosimetri posizionati sulla TBM nel corso del sopralluogo del 19/12/2016. Risultano mancanti n.2 dosimetri precedentemente posizionati c/o il Geiger TBM e nella zona passaggio nastri TBM;
    - posizionati n.10 dosimetri ai seguenti Pk: 7+010m, 6+995m, 6+968m, 6+932m, 6+900m, 6+783m, 4+200m, 2+800m, 1+400m, 0+500m.
  - prelievo di un campione di fanghi di risulta dall'impianto di depurazione del cantiere per analisi di spettrometria gamma;
  - prelievo di un campione di sabbia di quarzite dei filtri dell'impianto di trattamento acque per analisi di spettrometria gamma;
  - prelievo di campioni di acqua in ingresso e in uscita dall'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale e di spettrometria gamma.
- ❖ in data 03/10/2017 (verbale n.28/IV/2017), nel corso del quale sono state eseguite:
  - non è stata effettuata la sostituzione dei dosimetri radon per impossibilità di accedere al 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 sul cumulo di smarino (cumulo 138 – materiale di scavo della nicchio a Pk 4+130m) dal quale è stato prelevato un campione in doppio per analisi di spettrometria gamma;
- acquisizione di una aliquota del campione ACQ\_RAD di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale (prelievo effettuato da Venaus scarl in data 26/09/2017).
- ❖ in data 21/12/2017 (verbale n.36/IV/2017), nel corso del quale sono state eseguite:
  - acquisizione di una aliquota del campione ACQ\_RAD di acqua in ingresso all'impianto di depurazione per la determinazione dell'attività alfa e beta totale (prelievo effettuato da Venaus scarl in data 19/12/2017).
  - Misure radon entro il cunicolo con ritiro di n.10 dosimetri precedentemente posizionati e sostituzione di n.9 dosimetri (il dosimetro a Pk 6+995m non è stato sostituito).

**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.

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

Le misure di concentrazione di attività radon, rivelate all'interno del cunicolo esplorativo "la Maddalena" e finalizzate alla tutela dei lavoratori sono state effettuate da Arpa utilizzando dei dosimetri passivi a tracce collocati sia lungo la struttura mobile della TBM che lungo il percorso del cunicolo. 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" e un rivelatore Mi.am "MR01".

In tabella 1 si riportano i valori di concentrazione radon misurati da Arpa (M.I. U.R.P.M781 rev.5 del 2015) dal 19/12/2016 al 21/12/2017.

<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/m3)</b>	
cabina TBM	19/12/2016	02/03/2017	54	9
canary TBM	19/12/2016	02/03/2017	74	10
caduta smarino TBM	19/12/2016	02/03/2017	71	10
lavori meccanici TBM	19/12/2016	02/03/2017	72	10
coda TBM	19/12/2016	02/03/2017	56	9
vasche Pk 2+800m	19/12/2016	07/03/2017	100	12
nicchia Pk 1+400m	19/12/2016	07/03/2017	101	12
nicchia Pk 0+500m	19/12/2016	07/03/2017	85	11
Pk 7+010m	07/03/2017	21/12/2017	1234	117
Pk 6+995m	07/03/2017	21/12/2017	2447	227
Pk 6+968m	07/03/2017	21/12/2017	2493	227
Pk 6+932m	07/03/2017	21/12/2017	483	44
Pk 6+900m	07/03/2017	21/12/2017	2624	239
Pk 6+783m	07/03/2017	21/12/2017	2564	236
Pk 4+200m	07/03/2017	21/12/2017	64	7
Pk 2+800m	07/03/2017	21/12/2017	52	6
Pk 1+400m	07/03/2017	21/12/2017	54	6
Pk 0+500m	07/03/2017	21/12/2017	63	7

Tabella 1: misure ARPA di concentrazione di attività radon dal 19/12/2016 al 21/12/2017

**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

Dalla tabella 1 si osserva che, nel periodo dal 19/12/2016 al 07/03/2017 i valori di concentrazione radon rilevati sulla TBM sono risultati notevolmente inferiori sia al livello d'azione di 500 Bq/m<sup>3</sup> (D.Lvo 230/95 e s.m.i) che alla "soglia di sorveglianza" stabilita (200 Bq/m<sup>3</sup>). Nel periodo successivo dal 07/03/2017 al 21/12/2017 si registra, invece, un superamento del livello d'azione nel tratto più profondo della galleria da pk 6+783m a pk 7+010m. Tale superamento è giustificato dall'inizio dei lavori di scavo in tradizionale della nicchia a Pk 4+130m che ha comportato, a partire dal mese di giugno 2017, lo spegnimento dell'aerazione nel tratto di galleria da pk 4+130m a pk 7+010m con conseguente innalzamento della concentrazioni radon nel tratto citato, non più interessato da attività lavorative. Nella restante parte del cunicolo dove l'attività del cantiere era ancora in corso, ovvero da pk 0+500m a pk 4+200m, le concentrazioni radon, rivelate nello stesso periodo, sono risultate tutte inferiori a 100 Bq/m<sup>3</sup>.

**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)

### 3.2 Misure di rateo di dose gamma. Cunicolo esplorativo

I dati di rateo di dose gamma (periodo gennaio – febbraio 2017) acquisiti da Venaus scarl entro la zona di scavo tramite un Geiger – Mueller “Guardian Ray” posizionato sulla TBM in prossimità della cabina comandi sono riportati in figura 1.

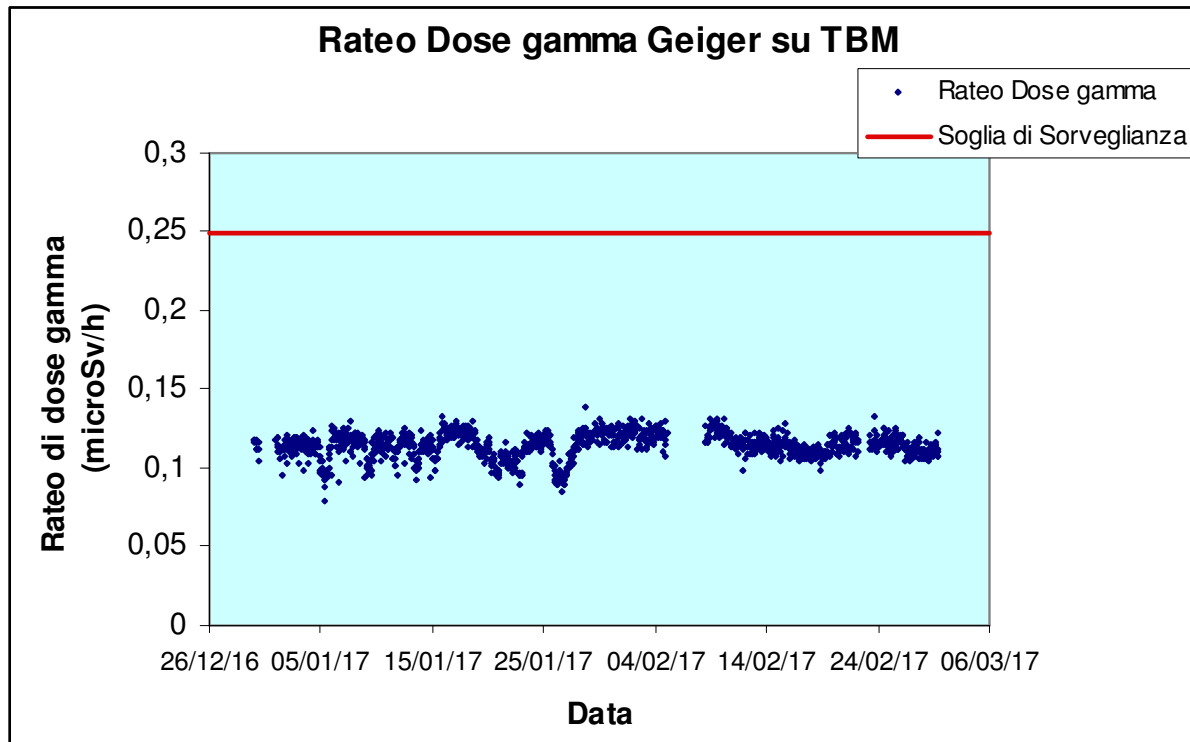


Figura 1: andamento temporale del rateo di dose gamma al fronte scavo cunicolo.  
Valori strumentali - Dati rilevati nell'anno 2017

Come rappresentato, i valori di rateo di dose acquisiti dal Geiger Mueller risultano tutti ampiamente inferiori alla “soglia di sorveglianza” di 250 mSv/h (linea rossa in figura 1).

A fine febbraio 2017 con il termine dei lavori di scavo alla Pk 7+020m, si è provveduto a smontare il Geiger posizionato in testa alla TBM.

Le acquisizioni dei valori di rateo di dose gamma, entro il cunicolo, da parte della Ditta Venaus scarl, sono riprese nel mese di giugno 2017 con l'inizio dei lavori di scavo della nicchia a Pk 4+091m. Le misure di rateo sono state rilevate al nuovo fronte scavo con l'utilizzo del rateometro “Atomtex”. I rilievi radiometrici al nuovo fronte scavo, e riportati in figura 2, risultano anch'essi inferiori alla “soglia di sorveglianza”

**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

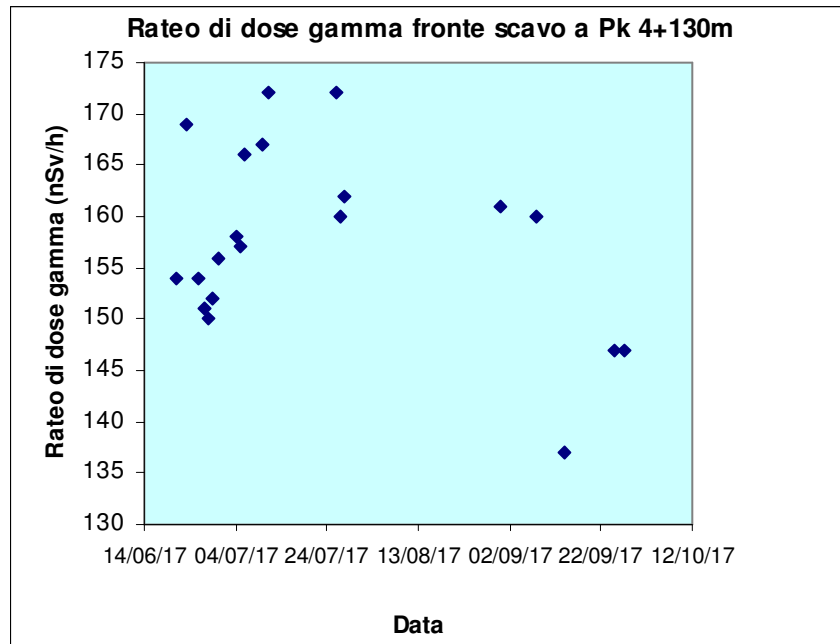


Figura 2: andamento temporale del rateo di dose gamma al nuovo fronte scavo a pk 4+130 .  
 Valori strumentali acquisiti tramite rateometro “Atomtex” - Dati rilevati nell’anno 2017

Nessuna criticità è stata evidenziata anche dai rilievi radiometrici eseguiti al nuovo fronte scavo a Pk 4+130 m.

### 3.3 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 volte alla determinazione della concentrazione di attività dei principali radionuclidi contenuti nei campioni di roccia. Le medie giornaliere dei valori rateo di dose gamma rilevati da Venaus nel corso dell’anno 2017 sui cumuli di smarino sono riportate in figura 3.



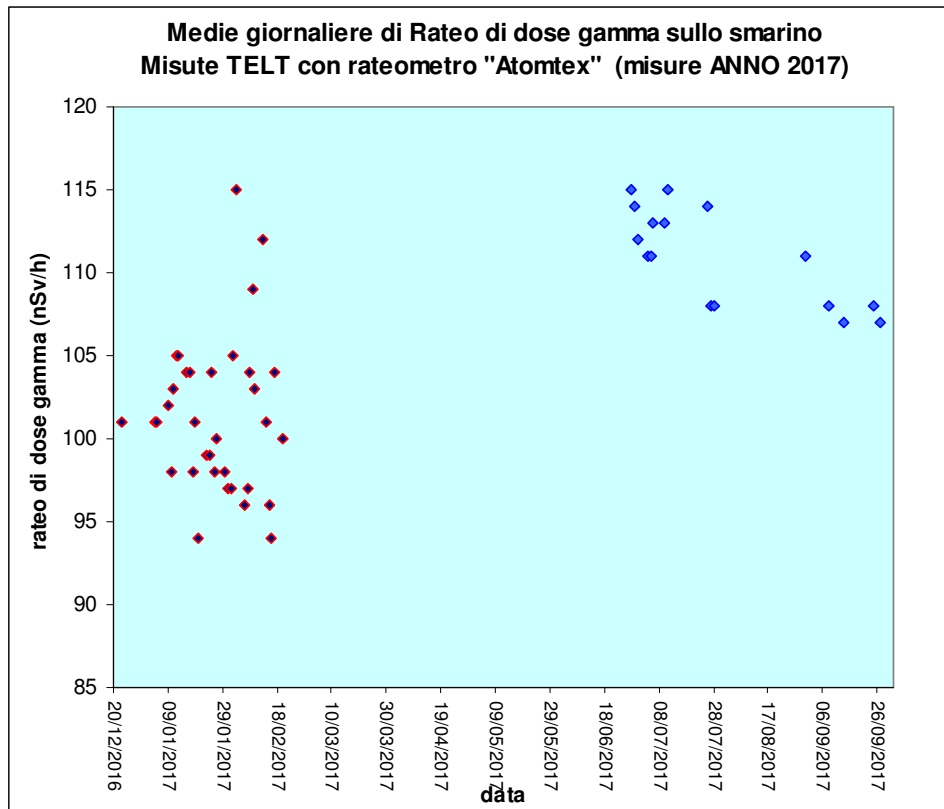


Figura 3: valori medi giornalieri di rateo di dose gamma acquisiti da Venaus sullo smarino.  
Misure sperimentali anno 2017

Nel grafico, in rosso sono indicati i valori di rateo di dose rilevati sullo smarino dallo scavo con TBM e in blu i valori di rateo rilevati sullo smarino proveniente dallo scavo della nicchia a Pk 4+130m.

I valori di rateo misurati sui cumuli di smarino, come quelli ai due fronti di scavo risultano 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 proveniente da Pk 4+091m (cumulo 138 – piazzole di riempimento P1 e P3). 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.RP.M827 rev.7:2015**) durante la propria attività di vigilanza.

I risultati delle analisi eseguite dai due laboratori risultano assolutamente compatibili. La differenza nei valori di concentrazione di attività del  $^{208}\text{Tl}$ , tra le misure di TELT e quelle di

**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

Arpa, è giustificabile da una correzione per la biforcazione della catena del  $^{232}\text{Th}$  e quindi risulta anch'esso completamente compatibile con le misure Arpa.

Confronto risultati TELT/ARPA analisi di spettrometria gamma eseguite su aliquote di uno stesso campione di smarino		
RADIONUCLIDE	TELT	ARPA
	Prelievo del 03/10/2017 cumulo 138	
	Concentrazione di attività Bq/kg	Concentrazione di attività Bq/kg
$^{234\text{m}}\text{Pa}$	/	/
$^{226}\text{Ra}$	26 ± 1	27 ± 6
$^{214}\text{Pb}$	26 ± 2	26 ± 4
$^{214}\text{Bi}$	27 ± 4	26 ± 3
$^{228}\text{Ac}$	32 ± 4	31 ± 4
$^{212}\text{Pb}$	34 ± 1	33 ± 5
$^{212}\text{Bi}$	/	21 ± 5
$^{208}\text{Tl}$	31 ± 2	11 ± 2
$^{235}\text{U}$	/	<3,1
$^{40}\text{K}$	740 ± 20	765 ± 79

Tabella 2: analisi di spettrometria gamma su due aliquote di un campione di smarino (cumulo 138)  
 confronto risultati TELT/ARPA (ottobre 2017)

### 3.4 Misure di radioattività sulle acque di ingresso all'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.

#### 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

Nel grafico di figura 4 sono riportati i risultati di tali analisi con evidenziate, rispettivamente in blu e in rosso, le “soglie di attenzione” per l’alfa ed il beta totale riportate sul Piano di Gestione Ambientale (PGA rev P del 16/12/2016).

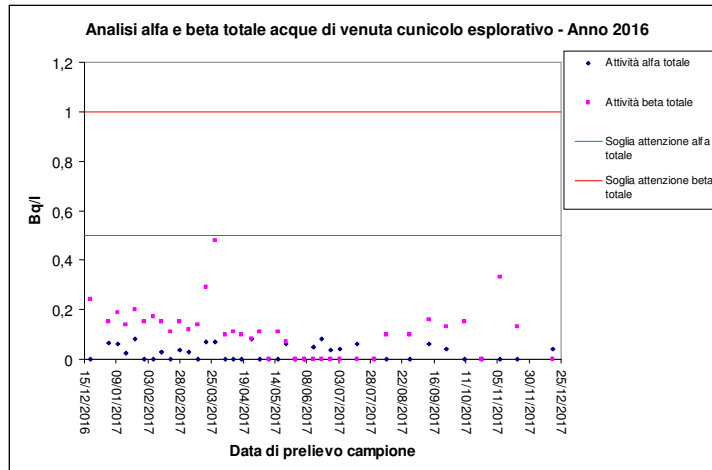


Figura 4: risultati dell’analisi alfa e beta totale trasmessi da TELT sulle acque convogliate all’impianto di depurazione – Anno 2017

La figura 4 evidenzia che i valori di concentrazione di attività alfa e beta totale risultano ampiamente inferiori alle soglie di attenzione (0,5 Bq/l per l’alfa totale e 1 Bq/l per il beta totale).

In tabella 3, sono invece confrontati i risultati delle analisi alfa e beta totale eseguite ARPA/TELT su aliquote di campioni di acqua in ingresso all’impianto di depurazione del cantiere. I prelievi sono stati eseguiti per conto di TELT dalla ditta Venaus scarl in data: 26/09/2017, 19/12/2017

Acque di ingresso all’impianto di depurazione				
campione	Analisi Arpa		Analisi LTF	
	Attività alfa Totale	Attività Beta Totale	Attività alfa Totale	Attività Beta Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)
ACQ_RAD_26/09/17	< 0,06	0,177 ± 0,13	0,04 ± 0,02	0,13 ± 0,06
ACQ_RAD_19/12/17	0,046 ± 0,039	< 0,16	0,040 ± 0,017	< 0,07

Tabella 3: confronto analisi Arpa/TELT - determinazione attività alfa e beta totale su acque di ingresso all’impianto di depurazione.

Analisi Arpa eseguite con il metodo della scintillazione liquida **U.R.P.MA009**

I risultati delle analisi effettuate da Arpa e da TELT sulle aliquote di uno stesso campione, sono compatibili entro l'incertezza di misura.

Su richiesta del Dipartimento Tematico Radiazioni di Arpa, 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 nel corso dell'anno 2017 dai laboratori di Arpa e dal laboratorio incaricato da Telt su alcuni campioni di fanghi:

<b>Risultati analisi di spettrometria gamma LTF e ARPA fanghi da impianto trattamento acque</b>			
<b>RADIONUCLIDE</b>	<b>TELT</b>	<b>TELT</b>	<b>ARPA</b>
	<b>Prelievo del 05/05/2017</b>	<b>Prelievo del 07/11/2017</b>	<b>Prelievo del 07/03/2017</b>
	<b>Concentrazione di attività Bq/kg</b>	<b>Concentrazione di attività Bq/kg</b>	<b>Concentrazione di attività Bq/kg</b>
<sup>234m</sup> <b>Pa</b>	/	/	/
<sup>226</sup> <b>Ra</b>	76 ± 2	57 ± 1	72 ± 6
<sup>214</sup> <b>Pb</b>	76 ± 4	58 ± 3	56 ± 5
<sup>214</sup> <b>Bi</b>	77 ± 8	58 ± 6	54 ± 4
<sup>228</sup> <b>Ac</b>	93 ± 7	70 ± 5	91 ± 7
<sup>212</sup> <b>Pb</b>	58 ± 2	61 ± 2	56 ± 9
<sup>212</sup> <b>Bi</b>	/	/	37 ± 4
<sup>208</sup> <b>Tl</b>	60 ± 4	59 ± 3	/
<sup>235</sup> <b>U</b>	/	/	/
<sup>40</sup> <b>K</b>	810 ± 30	920 ± 30	952 ± 80

Tabella 4: concentrazione di attività radionuclidi nei fanghi di risulta dall'impianto depurazione acque. Analisi di spettrometria gamma eseguite dai laboratori U-Series e Arpa

I dati di concentrazione di attività dei principali radionuclidi contenuti nei fanghi non presentano anomalie.

**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 settimanale e la spettrometria gamma mensile su filtro per PTS (polveri totali sospese). La stazione di monitoraggio è collocata in prossimità dell'imbocco del cunicolo esplorativo. Nelle tabelle 5 sono riassunti i dati di alfa e beta totale dall'analisi dei filtri per PTS .

Campionamento PTS RAD		Stazione area cantiere	
data inizio	data fine	Attività Alfa	Attività Beta
		(mBq/m <sup>3</sup> )	
27/12/16	03/01/17	0,34	<1,4
03/01/17	10/01/17	0,23	<1,4
10/01/17	17/01/17	0,25	<1,3
17/01/17	24/01/17	0,28	<1,3
24/01/17	31/01/17	0,25	<1,3
31/01/17	07/02/17	0,42	<1,4
07/02/17	14/02/17	0,11	<1,3
14/02/17	21/02/17	0,32	<1,4
21/02/17	28/02/17	0,43	<1,4
28/02/17	07/03/17	0,12	<1,3
07/03/17	14/03/17	0,28	<1,3
13/06/17	20/06/17	<0,08	<1,3
20/06/17	27/06/17	0,7	<1,4
27/06/17	04/07/17	0,17	<1,4
04/07/17	11/07/17	0,33	<1,3
11/07/17	18/07/17	<0,13	<1,3
25/07/17	01/08/17	0,3	<1,3
01/08/17	08/08/17	0,52	<1,4
08/08/17	22/08/17	0,32	<1,2
22/08/17	29/08/17	0,65	<1,4
29/08/17	05/09/17	0,52	<1,4
05/09/17	12/09/17	0,31	<1,4
12/09/17	19/09/17	0,1	<1,3
19/09/17	26/09/17	0,15	<1,3
26/09/17	03/10/17	0,3	<1,3
03/10/17	10/10/17	0,24	<1,3
10/10/17	17/10/17	0,4	<1,3
17/10/17	24/10/17	0,37	<1,4
24/10/17	31/10/17	0,69	<1,4
31/10/17	07/11/17	<0,09	<1,4
07/11/17	14/11/17	<0,08	<1,3

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

**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 figura 5 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 ( $0,6 \text{ mBq/m}^3$ ) e di intervento ( $0,8 \text{ mBq/m}^3$ ) "ridefiniti" secondo quanto riportato nel PGA.

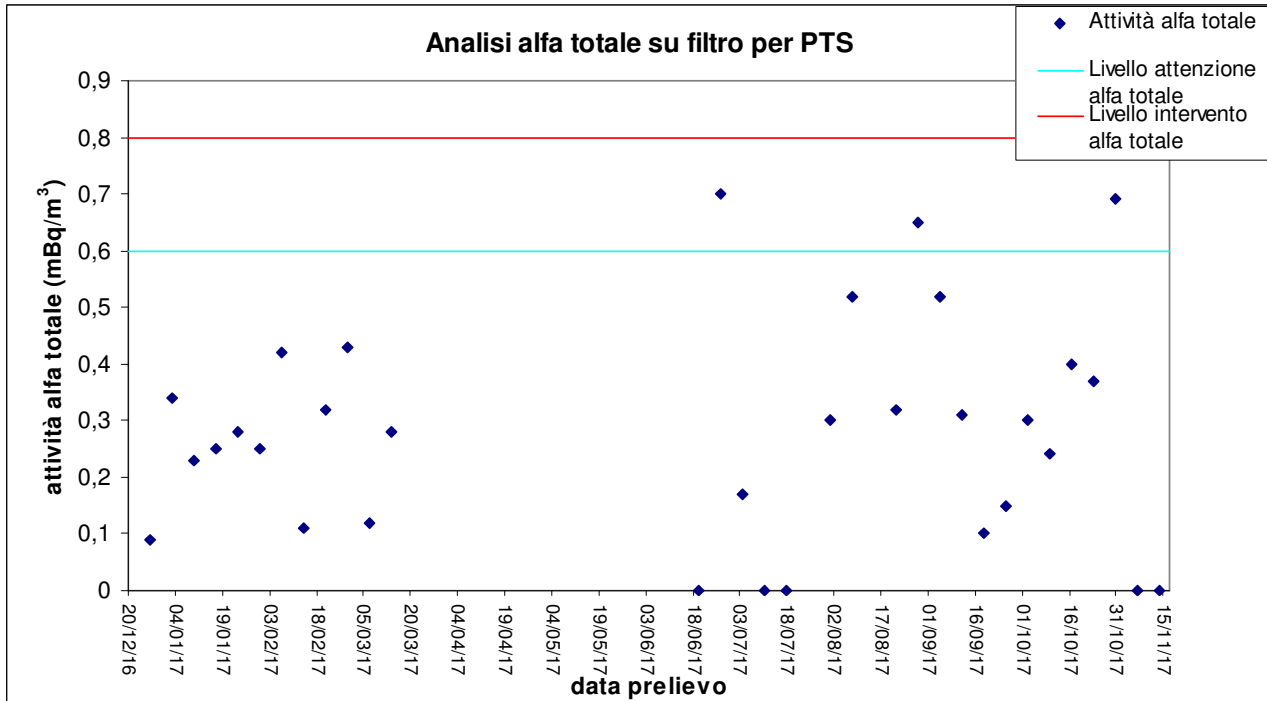


Figura 5: attività alfa totale su PTS – anno 2017– dati trasmessi TELT

Come concordato, le acquisizioni sono state fatte solamente durante il periodo interessato da lavori di scavo nel cunicolo.

La tabella 5 e la figura 5 mostrano una situazione ambientale nella norma, confermata anche dalle analisi di spettrometria gamma eseguite sui pacchetti mensili dei filtri per PTS: le concentrazioni di attività dei principali radionuclidi naturali di interesse sono sempre risultate inferiori alle 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

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

##### 4.1 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. Nei grafici di figure 6 e 7 sono riportati per le due stazioni di monitoraggio, rispettivamente i valori di attività alfa e di attività beta con indicate in rosso le "soglie 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 verde le "soglie di attenzione" (0,3 mBq/m<sup>3</sup> per le misure di alfa totale e 4 mBq/m<sup>3</sup> per le misure di beta totale). Le soglie indicate sono state concordate a seguito della riunione con TELT presso il Dipartimento Tematico Radiazioni (vedi verbale di riunione Arpa del 19/07/2016).

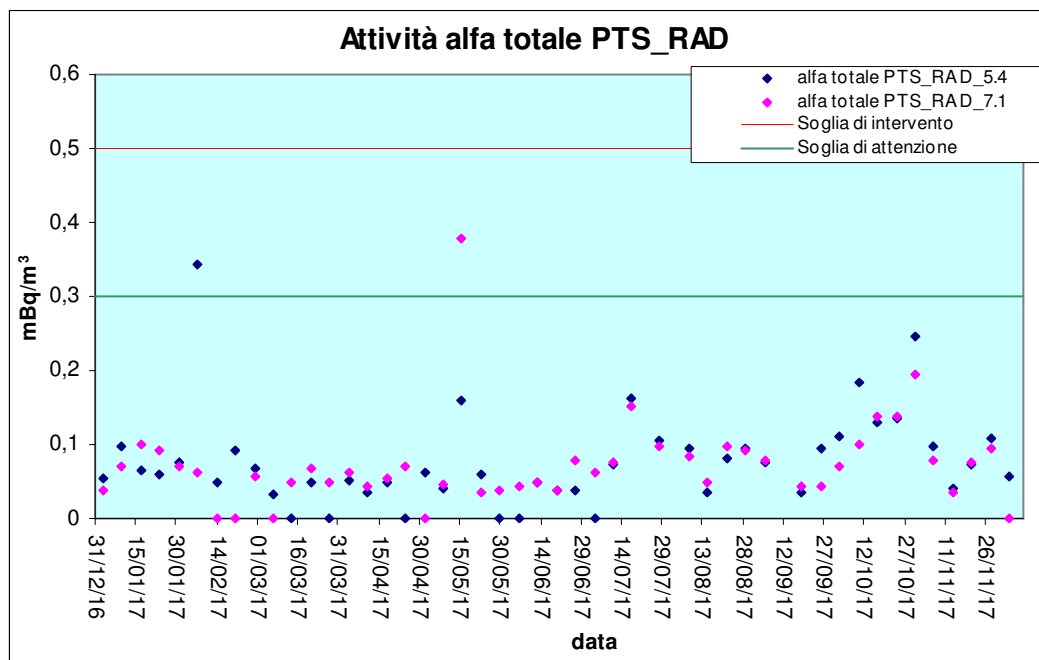


Figura 6: Valori di attività ALFA totale su PTS – stazioni A5.4 e A7.1

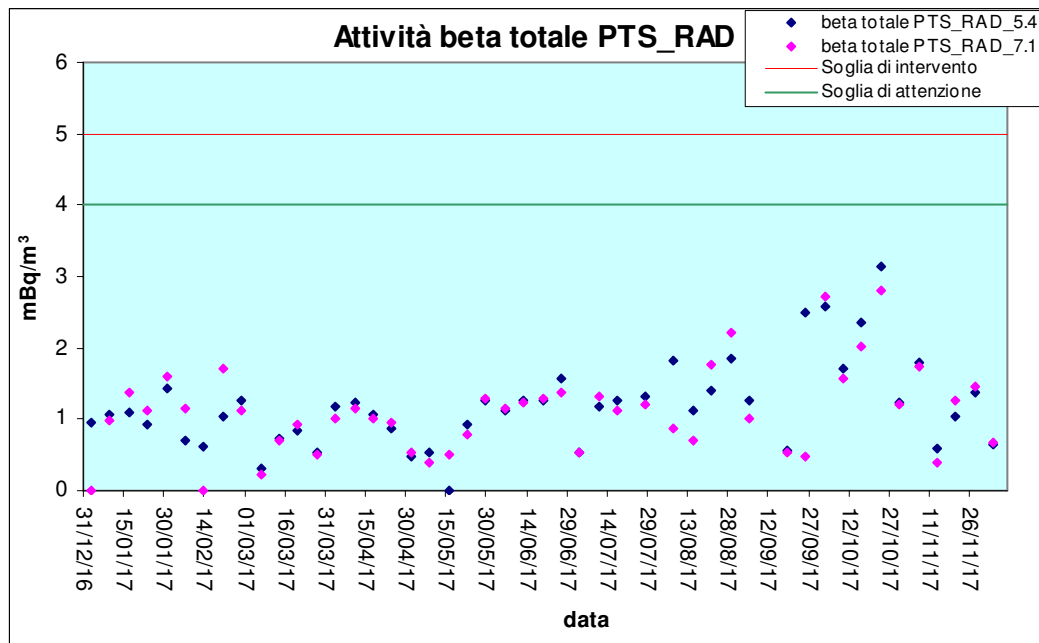


Figura 7: Valori di attività BETA totale su PTS – stazioni A5.4 e A7.1

Le analisi di alfa e beta totale e di spettrometria gamma condotte sui filtri per monitorare la radioattività nel particolato atmosferico hanno fornito valori tipici del fondo.

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

I risultati delle analisi alfa e beta totali eseguite da Telt nel corso dell'anno 2017 sono riportati nelle tabelle 6 e 7. Il monitoraggio ha interessato le acque superficiali di seguito indicate:

- ASP-031 Dora Riparia, valle discarica Colombera
- ASP-032 Dora Riparia, valle confluenza Clarea
- ASP-001 Clarea, monte confluenza Dora Riparia
- ASP-033 Clarea, valle vasca accumulo Pont Ventoux

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)
13/02/2017	0,169 $\pm$ 0,057	0,093 $\pm$ 0,034	0,046 $\pm$ 0,055	0,067 $\pm$ 0,035
19/06/2017	0,153 $\pm$ 0,035	0,048 $\pm$ 0,019	0,109 $\pm$ 0,036	0,097 $\pm$ 0,028
18/09/2017	0,36 $\pm$ 0,062	0,058 $\pm$ 0,028	0,071 $\pm$ 0,058	0,085 $\pm$ 0,039

Tabella 6 attività alfa e beta totale – analisi acqua superficiale ASP\_031 e ASP\_032

**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_001		ASP_033	
	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(Bq/l)
13/02/2017	0,123 $\pm$ 0,019	0,056 $\pm$ 0,013	0,08 $\pm$ 0,015	0,036 $\pm$ 0,011
19/06/2017	0,03 $\pm$ 0,014	0,021 $\pm$ 0,008	0,038 $\pm$ 0,013	0,02 $\pm$ 0,008
18/09/2017	0,049 $\pm$ 0,018	0,026 $\pm$ 0,01	0,019 $\pm$ 0,015	0,01 $\pm$ 0,008

Tabella 7 attività alfa e beta totale – analisi acqua superficiale ASP\_001 e ASP\_033

I valori di attività alfa e beta totale riportati nelle tabelle 6 e 7 risultano tutti inferiori ai “livelli di attenzione” ridefiniti ai sensi del D.Lgs. 15/02/2016 n.28 e indicati nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA rev.c):

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

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

Le risorse idriche sotterranee, monitorate nel corso dell'anno 2017 con frequenza semestrale sono state le seguenti:

##### **Comune di Giaglione**

AST-010 Pratovecchio  
 AST-011 Boscocedrino  
 AST-012 Vasca Supita  
 AST-218 Greisone  
 AST-441 Vasca rottura 2 Greisone  
 AST-446 S. Chiara ACEA

##### **Comune di Exilles**

AST-486 Vasca Cels

##### **Comune di Chiomonte**

AST-222 Verger  
 AST-381 Chejera  
 AST-701 Rigaud

Nelle tabelle 8 e 9 sono presenti i valori di attività beta e alfa totali per le acque sotterranee campionate.

##### **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 acque AST - MARZO 2017		
Identificativo risorsa idrica	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
AST_010_Rad_AST	0,049 $\pm$ 0,015	0,013 $\pm$ 0,008
AST_011_Rad_AST	0,056 $\pm$ 0,016	0,022 $\pm$ 0,01
AST_012_Rad_AST	0,085 $\pm$ 0,02	0,022 $\pm$ 0,012
AST_218_Rad_AST	0,065 $\pm$ 0,016	0,022 $\pm$ 0,01
AST_222_Rad_AST	0,117 $\pm$ 0,025	0,029 $\pm$ 0,015
AST_441_Rad_AST	0,076 $\pm$ 0,017	0,011 $\pm$ 0,008
AST_446_Rad_AST	0,092 $\pm$ 0,021	0,039 $\pm$ 0,015
AST_486_Rad_AST	0,034 $\pm$ 0,013	0,023 $\pm$ 0,009
AST_701_Rad_AST	0,037 $\pm$ 0,014	<0,008

Tabella 8: Attività Beta e Alfa totale – analisi acque sotterranee mese di marzo 2017

Prelievo acque AST - SETTEMBRE 2017		
Identificativo risorsa idrica	Attività $\beta$ Totale	Attività $\alpha$ Totale
	(Bq/l)	(Bq/l)
AST_010_Rad_AST	0,05 $\pm$ 0,014	0,013 $\pm$ 0,008
AST_011_Rad_AST	0,019 $\pm$ 0,012	0,007 $\pm$ 0,006
AST_012_Rad_AST	0,054 $\pm$ 0,016	0,009 $\pm$ 0,008
AST_218_Rad_AST	0,04 $\pm$ 0,014	0,009 $\pm$ 0,007
AST_222_Rad_AST	0,08 $\pm$ 0,022	0,014 $\pm$ 0,011
AST_441_Rad_AST	0,073 $\pm$ 0,016	0,024 $\pm$ 0,01
AST_446_Rad_AST	0,041 $\pm$ 0,017	<0,007
AST_486_Rad_AST	0,026 $\pm$ 0,012	0,012 $\pm$ 0,008
AST_496_Rad_AST	0,042 $\pm$ 0,017	0,015 $\pm$ 0,01
AST_701_Rad_AST	0,051 $\pm$ 0,016	<0,008

Tabella 9: Attività Beta e Alfa totale – analisi acque sotterranee mese di settembre 2017

Si osserva che le analisi effettuate sulle acque sotterranee monitorate hanno fornito valori di concentrazione di attività alfa e beta totale inferiori ai “livelli di attenzione” (0,5 Bq/l per la misura beta totale e 0,1 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

## 5 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 corso dell’anno 2017 è stato effettuato correttamente rispettato i tempi e le frequenze stabiliti e concordati con Arpa come riportato dal PGA, dal PMA, 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, nelle zone del cunicolo interessate dai lavori di scavo e quindi frequentate dai lavoratori, sempre ampiamente inferiori al livello d’Azione di 500 Bq/m<sup>3</sup> (D.Lvo 230/95) e anche alla “soglia di sorveglianza” di 200 Bq/m<sup>3</sup> stabilita.

Un unico superamento del Livello d’Azione si è registrato nel tratto di galleria dalla Pk4+150m a Pk7+010m non accessibile e privo di ventilazione da giugno 2017.

Dal 19/06/2017 al 06/11/2017 si sono effettuate lavorazioni esclusivamente sullo scavo della nicchia alla Pk4+130m e operazioni di manutenzione lungo la tratta del cunicolo che va dall’imbocco alla nicchia stessa (relazione E.Q.Prot n.022-VEN-2018 del 08/02/2018).

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

Le misure di rateo di dose gamma al fronte di scavo sono state rilevate da TELT in continuo tramite un Geiger-Mueller posizionato in prossimità della testa della TBM nel periodo da gennaio a fine febbraio 2017 (termine dei lavori di scavo del cunicolo). Nel mese di giugno 2017 sono iniziati i lavori di scavo in tradizionale della nicchia alla Pk4+130m, pertanto al nuovo fronte le acquisizioni di rateo di dose gamma sono state

#### **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

fatte utilizzando strumentazione portatile (rateometro Atomtex in dotazione alla ditta Venaus scarl).

I valori acquisiti e trasmessi al Dipartimento Tematico Radiazioni, sono risultati sempre inferiori alla “soglia di sorveglianza” di 250 nSv/h. 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.

#### Misure di radioattività sul particolato aerodisperso

Le misure di radioattività sul particolato atmosferico sono state effettuate correttamente. Le concentrazioni di attività alfa e beta nelle PTS non hanno mai superato la “soglia di allarme”. Alcuni superamenti della “soglia di attenzione” sono stati attribuiti ad un aumento di polverosità localizzata entro l’area cantiere in considerazione del fatto che non sono stati registrati valori anomali sulle altre componenti ambientali monitorate. 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 tipici di un ambiente imperturbato.

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

Le analisi di alfa e beta totale sull’acqua di ingresso all’impianto di depurazione hanno sempre fornito valori nettamente inferiori alle soglie di intervento riportate sul PGA (0,5 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 sostanzialmente 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.

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

### Monitoraggio delle particelle aerodisperse

Per la misura della radioattività delle particelle aerodisperse (PTS-Rad), come stabilito nel 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  $^{40}\text{K}$ ).

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

### Monitoraggio delle risorse idriche

I valori di attività alfa e beta totale rilevati nel monitoraggio bimestrale delle acque superficiali e in quello semestrale delle acque sotterranee sono sempre risultati inferiori ai “livelli di attenzione” (0,1 Bq/l per l’alfa totale e 0,5 Bq/l per il beta totale) riportati nel PMA; livelli molto restrittivi e riferiti al D.lvo 28 del 15/02/2016 che stabilisce i requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano.

In conclusione, si può affermare che, i monitoraggi condotti per conto di TELT e dal Dipartimento Tematico Radiazioni di ARPA, nel corso dell’anno 2017, 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)