

Campagna di monitoraggio di metalli, metalloidi e fluoruri nelle deposizioni atmosferiche totali



POTENZA Zona Industriale 30/11/2018 - 13/12/2019

Campionamento elaborazione e relazione a cura del personale dell'Ufficio Aria, Dipartimento Provinciale di Potenza

T.d.P. R. Marino, P.I. G. Barbarito, Ing. G. Laguardia, P.I. T. Iacovera, P.I. G. Lombardi
Dirigente Ing Maria Angelica Auletta

Analisi a cura del Laboratorio Chimico Strumentale, Dipartimento Provinciale Potenza
Dott.ssa A. Sabia, Dott.ssa A. D'Elia
Dirigente Dott. Bruno Bove

Nella presente relazione sono presentati i risultati relativi ai metalli, metalloidi e fluoruri rilevati nelle deposizioni atmosferiche totali campionate nel periodo dal 30 novembre 2018 al 13 dicembre 2019 nell'intorno dello stabilimento SIDERPOTENZA, come previsto dalla prescrizione 4.4.4, punto 36 della Deliberazione AIA 113 del 17/02/2017.

L'Ufficio Aria del Dipartimento Provinciale di Potenza ha effettuato 12 campionamenti di deposizioni atmosferiche totali con frequenza mensile in ciascuno dei tre siti riportati in tabella 1. In figura 1 è apprezzabile la posizione dei siti di monitoraggio rispetto allo stabilimento oggetto di studio.

N°	Denominazione del sito	Coordinate geografiche	
1	Giardino privato - Bucaletto	Nord 40° 38' 25''	Est. 15° 50' 06''
2	Terrazzo Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco - C.da Betlemme	Nord 40° 38' 40''	Est. 15° 49' 58''
3	Centralina qualità dell'aria – Rossellino	Nord 40° 37' 31''	Est 15° 48' 42''

Tabella 1. Siti di campionamento delle deposizioni atmosferiche

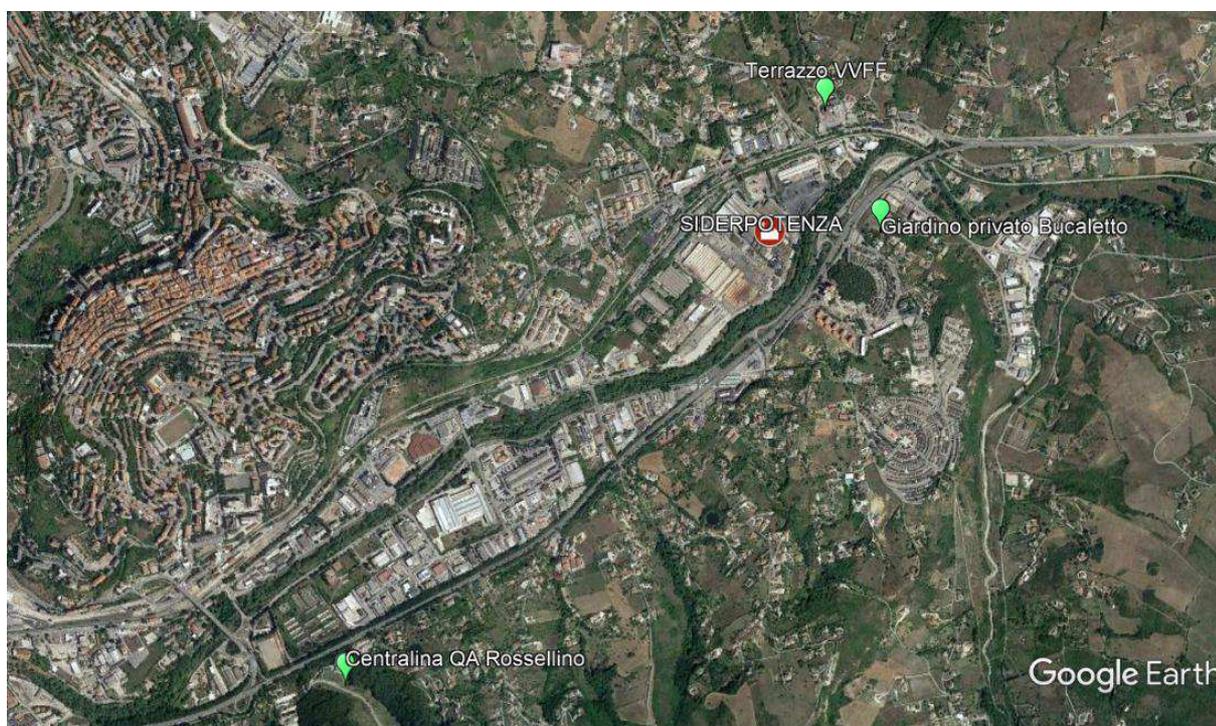


Figura 1. Ubicazione dei siti di campionamento delle deposizioni atmosferiche. Immagine estratta da Google Earth.

I siti 1 e 2, Giardino privato in C.da Bucaletto e Terrazzo Comando Provinciale Vigili del Fuoco in C.da Betlemme, sono posti sottovento allo stabilimento SIDERPOTENZA, mentre il sito 3, Centralina qualità dell'aria in C.da Rossellino, rappresenta una possibile stazione di fondo. Quest'ultima, infatti, in accordo alla definizione data dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i., è ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni di specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), bensì dal contributo integrato di tutte le possibili fonti poste sopravvento alla stazione.

Le deposizioni atmosferiche totali sono state campionate mediante deposimetri di tipo "bulk" (campionatori passivi), costituiti da un sistema aperto combinato di imbuto e bottiglia in polietilene ad alta densità, esposti all'atmosfera per tutta la durata del campionamento. La determinazione dei metalli, metalloidi e fluoruri nei campioni di deposizioni atmosferiche è stata effettuata dal Laboratorio Chimico Strumentale del Dipartimento Provinciale di Potenza utilizzando i metodi UNI EN 15841:2010 + UNI EN 14902:2005 per la ricerca dei metalli e metalloidi; il metodo APAT CNR IRSA 4020 Man.29 2003 per la ricerca dei fluoruri .

I risultati, rappresentati nelle tabelle 2, 3 e 4 seguenti, sono riportati come flussi o tassi di deposizione totale espressi per metalli e metalloidi in $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die, i fluoruri sono espressi in mg/m^2 die.

Per il calcolo del valore medio e per la rappresentazione nei grafici, i valori inferiori al limite di quantificazione è stato sostituito con il valore pari alla metà del limite di quantificazione (medium bound). Si fa presente che il limite di quantificazione, risulta variabile in quanto collegato al periodo di campionamento e al volume di deposizione raccolta.

I valori di antimonio relativi alla campagna di monitoraggio dal 13/11/19 al 13/12/19 in tutti e 3 i siti, ed in particolare nel sito di Rossellino, sono anomali rispetto a quelli riscontrati in tutte le campagne precedenti, pertanto non sono stati considerati nel calcolo delle medie.

Nei grafici dal 4 al 21, riportati in coda al documento, è possibile apprezzare l'andamento temporale dei singoli metalli.

Per facilitare confronti con le campagne precedenti, in tabella 5 vengono riportati i valori medi dei flussi di deposizione degli inquinanti ricercati nei tre siti oggetto di indagine dal 4 novembre 2016 al 15 novembre 2017 (primo monitoraggio), dal 15 novembre 2017 al 30 novembre 2018 (secondo monitoraggio) e dal 30 novembre 2018 al 13 dicembre 2019 (terzo monitoraggio).

In tabella 6 vengono riportati i quantitativi di pioggia cumulata nei tre anni precedentemente indicati e la sommatoria dei metalli ricercati al fine di valutarne l'incidenza nei flussi di deposizioni al suolo.

Periodo di campionamento	Alluminio	Vanadio	Cromo	Manganese	Ferro	Cobalto	Nichel	Rame	Zinco	Arsenico	Selenio	Cadmio	Stagno	Antimonio	Tellurio	Tallio	Piombo	Fluoruri
30/11/18 28/12/18	705	3,80	30	407	4151	0,37	4,50	20	137	0,32	0,26	0,21	2,12	0,50	<0,06	<0,01	9,40	<0,06
28/12/18 01/02/19	706	4,30	23	400	3207	0,37	4,40	23	238	0,72	<0,05	0,23	2,44	0,58	<0,3	<0,03	20,80	<0,27
01/02/19 08/03/19	1673	9,30	78	872	7386	0,53	4,60	21	171	0,53	0,22	0,23	1,79	0,57	<0,09	0,02	13,80	<0,08
08/03/19 08/04/19	1095	6,50	63	616	5782	0,39	3,40	17	144	0,42	0,23	0,19	1,64	0,56	<0,09	0,01	10,00	<0,09
08/04/19 08/05/19	2045	6,80	50	513	5434	0,80	3,90	16	187	0,53	0,26	0,23	1,56	0,41	<0,07	0,02	10,60	<0,07
08/05/19 10/06/19	1876	8,80	51	852	6481	0,81	5,90	37	343	0,64	0,70	0,38	1,68	1,31	<0,22	0,04	18,40	<0,21
10/06/19 08/07/19	3035	13,20	83	1248	9693	0,89	5,80	25	272	0,74	0,41	0,33	2,59	0,77	<0,04	0,04	18,40	0,05
08/07/19 08/08/19	1452	9,00	84	643	7286	0,50	4,90	13	117	0,44	0,32	0,12	2,57	0,69	<0,09	0,02	5,40	<0,09
08/08/19 09/09/19	1818	7,00	36	530	5057	0,79	6,50	26	426	0,87	0,76	0,50	2,65	1,01	<0,19	0,09	27,60	<0,11
09/09/19 09/10/19	1122	6,60	50	668	5461	0,57	5,90	21	198	0,49	0,23	0,28	2,15	0,72	<0,06	0,01	12,90	<0,06
09/10/19 13/11/19	1163	6,60	58	706	6806	0,60	6,40	22	198	0,58	0,23	0,27	2,95	0,74	<0,09	0,01	12,30	<0,09
13/11/19 13/12/19	1067	7,00	49	836	5875	1,64	4,50	21	148	0,44	<0,40	0,13	3,88	4,81 *	<0,16	<0,02	11,40	<0,15
Valore minimo	705	3,80	23	400	3207	0,37	3,40	13	117	0,32	<0,05	0,12	1,56	0,41	<0,02	<0,01	5,40	<0,05
Valore massimo	3035	13,20	84	1248	9693	1,64	6,50	37	426	0,87	0,76	0,50	3,88	4,81 *	<0,22	0,09	27,60	0,05
Valore medio	1480	7,41	55	691	6052	0,69	5,06	22	215	0,56	0,32	0,26	2,34	0,71	0,06	0,02	14,25	0,06

Tabella 2. Sito n. 1 Giardino privato (C.da Bucaletto) – Flussi di deposizione metalli e metalloidi ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ die) e fluoruri (mg/m^2 die)

* valore non preso in considerazione nel calcolo della media

Periodo di campionamento	Alluminio	Vanadio	Cromo	Manganese	Ferro	Cobalto	Nichel	Rame	Zinco	Arsenico	Selenio	Cadmio	Stagno	Antimonio	Tellurio	Tallio	Piombo	Fluoruri
30/11/18 28/12/18	647	3,10	25	341	3245	0,30	2,80	15	89	0,27	0,32	0,13	1,46	0,50	<0,06	<0,01	5,70	<0,06
28/12/18 01/02/19	362	2,00	11	180	1461	0,18	2,20	9	85	0,29	<0,05	0,11	1,35	0,39	<0,3	<0,03	4,10	<0,29
01/02/19 08/03/19	1514	6,70	52	594	5527	0,54	3,50	16	160	0,48	0,25	0,17	1,51	0,51	<0,08	0,02	9,60	<0,08
08/03/19 08/04/19	899	4,70	44	424	3929	0,31	2,10	11	91	0,41	0,23	0,10	1,08	0,49	<0,11	0,02	5,10	<0,11
08/04/19 08/05/19	1350	3,70	14	210	2068	0,60	2,20	10	80	0,42	0,27	0,10	0,45	0,35	<0,08	0,02	4,90	<0,07
08/05/19 10/06/19	1248	4,80	19	386	2957	0,64	2,80	20	163	0,45	0,37	0,14	0,80	0,81	<0,22	0,03	7,20	<0,22
10/06/19 08/07/19	1751	6,60	27	640	4072	0,63	2,80	17	94	0,52	0,37	0,13	0,91	0,58	<0,03	0,02	8,90	0,04
08/07/19 08/08/19	1267	6,70	67	606	6282	0,35	2,10	9	71	0,34	<0,26	0,08	1,56	0,59	<0,11	0,02	3,60	<0,10
08/08/19 09/09/19	1010	3,80	13	197	1784	0,49	3,30	16	247	0,72	<0,61	0,26	1,03	0,76	<0,25	0,11	11,20	<0,13
09/09/19 09/10/19	755	3,80	24	424	3127	0,34	3,00	13	84	0,37	<0,14	0,10	1,06	0,57	<0,06	0,01	5,70	<0,05
09/10/19 13/11/19	1120	6,10	56	782	6272	0,50	4,80	22	169	0,56	<0,28	1,54	2,54	0,82	<0,12	0,01	11,50	<0,11
13/11/19 13/12/19	423	3,1	18	361	2442	1,48	2,9	14	80	0,27	<0,44	<0,02	0,19	6,02 *	<0,18	<0,02	4,90	<0,17
Valore minimo	362	2,00	11	180	1461	0,18	2,10	9	71	0,27	<0,05	<0,02	0,10	0,35	<0,03	<0,01	3,60	<0,04
Valore massimo	1751	6,70	67	782	6282	1,48	4,80	22	247	0,72	0,37	1,54	2,54	6,02 *	<0,18	0,11	11,50	0,04
Valore medio	1029	4,59	31	429	3597	0,53	2,88	14	118	0,43	0,23	0,24	1,15	0,58	0,07	0,02	6,87	0,10

Tabella 3. Sito n. 2 Terrazzo Comando Provinciale VVFF (C.da Betlemme) – Flussi di deposizione metalli e metalloidi ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ die) e fluoruri (mg/m^2 die)

* valore non preso in considerazione nel calcolo della media

Periodo di campionamento	Alluminio	Vanadio	Cromo	Manganese	Ferro	Cobalto	Nichel	Rame	Zinco	Arsenico	Selenio	Cadmio	Stagno	Antimonio	Tellurio	Tallio	Piombo	Fluoruri
30/11/18 28/12/18	555	0,70	2,20	22	325	0,11	1,20	12	63	0,07	0,21	0,05	0,38	0,17	<0,07	<0,01	1,40	<0,06
28/12/18 01/02/19	302	1,00	4,20	44	683	0,22	2,20	9	110	0,25	<0,05	0,08	0,62	0,29	<0,3	<0,03	3,60	<0,32
01/02/19 08/03/19	1036	2,40	3,80	45	909	0,35	1,80	6	46	0,33	0,24	0,08	0,38	0,23	<0,11	0,02	3,50	<0,10
08/03/19 08/04/19	281	1,10	2,40	33	398	0,15	1,00	5	39	0,23	0,21	0,07	0,33	0,28	<0,13	0,01	2,30	<0,12
08/04/19 08/05/19	1482	2,80	3,00	50	1029	0,55	1,70	7	40	0,32	0,26	0,05	0,31	0,15	<0,07	0,02	2,50	<0,07
08/05/19 10/06/19	861	2,30	2,60	48	714	0,39	1,50	15	61	0,27	0,31	0,07	0,26	0,55	<0,20	0,03	3,20	<0,19
10/06/19 08/07/19	1434	3,20	4,80	44	1305	0,40	1,70	5	30	0,34	0,21	0,03	0,50	0,35	<0,09	0,04	1,50	0,09
08/07/19 08/08/19	386	1,10	3,20	17	844	0,18	2,20	6	25	0,13	<0,33	0,02	0,29	0,31	<0,13	0,01	0,70	<0,13
08/08/19 09/09/19	920	2,50	2,40	42	896	0,38	2,40	10	109	0,52	0,51	0,13	0,57	0,50	<0,21	0,08	4,50	<0,08
09/09/19 09/10/19	378	1,10	2,30	32	740	0,20	1,70	6	61	0,15	0,17	0,04	0,48	0,28	<0,07	0,01	1,70	<0,07
09/10/19 13/11/19	339	0,90	1,30	22	354	0,19	1,40	6	45	0,11	<0,32	0,04	0,23	0,26	<0,13	0,01	1,20	<0,13
13/11/19 13/12/19	150	0,50	2,00	68	266	1,40	0,8	4	30	0,08	<0,41	<0,02	0,17	17,61*	<0,17	<0,02	1,30	<0,16
Valore minimo	150	0,50	1,30	17	266	0,11	0,80	4	25	0,07	<0,05	<0,02	0,17	0,15	<0,07	<0,01	0,70	<0,06
Valore massimo	1482	3,20	4,80	68	1305	1,40	2,40	15	110	0,52	0,51	0,13	0,62	17,61*	<0,21	0,08	4,50	0,09
Valore medio	677	1,63	2,85	39	705	0,38	1,63	8	55	0,23	0,22	0,06	0,38	0,31	0,07	0,02	2,28	0,07

Tabella 4. Sito n. 3 Centralina qualità dell'aria (C.da Rossellino) – Flussi di deposizione metalli e metalloidi ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ die) e fluoruri (mg/m^2 die)

* valore non preso in considerazione nel calcolo della media

Sito n. 1 Giardino privato (C.da Bucaletto)																		
Periodo di campionamento	Alluminio	Vanadio	Cromo	Manganese	Ferro	Cobalto	Nichel	Rame	Zinco	Arsenico	Selenio	Cadmio	Stagno	Antimonio	Tellurio	Tallio	Piombo	Fluoruri
04/11/16 15/11/17	1363	10,49	42	508	4460	0,64	4,80	21	245	0,59	0,43	0,24	1,61	0,66	n.d.	0,02	15,29	n.d.
15/11/17 30/11/18	2360	8,96	48	573	6109	0,87	6,33	30	263	0,53	0,39	0,31	2,18	0,76	0,05	0,05	17,31	0,03
30/11/18 13/12/19	1480	7,41	55	691	6052	0,69	5,06	22	215	0,56	0,32	0,26	2,34	0,71	0,06	0,02	14,25	0,06
Sito n. 2 Terrazzo Comando Provinciale Vigili del Fuoco (C.da Betlemme)																		
Periodo di campionamento	Alluminio	Vanadio	Cromo	Manganese	Ferro	Cobalto	Nichel	Rame	Zinco	Arsenico	Selenio	Cadmio	Stagno	Antimonio	Tellurio	Tallio	Piombo	Fluoruri
04/11/16 15/11/17	1148	8,44	34	477	3326	0,49	2,93	16	148	0,45	0,35	0,13	1,15	0,58	n.d.	0,02	8,70	n.d.
15/11/17 30/11/18	2270	7,63	38	468	5004	0,77	4,42	22	150	0,46	0,33	0,15	1,49	0,65	0,05	0,06	9,90	0,03
30/11/18 13/12/19	1029	4,59	31	429	3597	0,53	2,88	14	118	0,43	0,23	0,24	1,15	0,58	0,07	0,02	6,87	0,10
Sito n. 3 Centralina qualità dell'aria (C.da Rossellino)																		
Periodo di campionamento	Alluminio	Vanadio	Cromo	Manganese	Ferro	Cobalto	Nichel	Rame	Zinco	Arsenico	Selenio	Cadmio	Stagno	Antimonio	Tellurio	Tallio	Piombo	Fluoruri
04/11/16 15/11/17	670	1,67	2,36	48	560	0,30	1,24	6	70	0,24	0,33	0,04	0,24	0,24	n.d.	0,02	2,59	n.d.
15/11/17 30/11/18	1293	2,67	3,26	75	928	0,50	1,84	12	73	0,18	0,31	0,05	0,31	0,28	0,01	0,05	3,54	0,03
30/11/18 13/12/19	677	1,63	2,85	39	705	0,38	1,63	7,53	55	0,23	0,22	0,06	0,38	0,31	0,07	0,02	2,28	0,07

Tabella 5. Confronto tra i valori medi annui dei flussi di deposizione di metalli e metalloidi ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ die) e fluoruri (mg/m^2 die) dal 04/11/2016 al 13/12/2019.

* n.d. dato non disponibile

Nei grafici 1, 2 e 3 viene riportato il quantitativo di precipitazione cumulata misurata nella cabina di qualità dell'aria di Rossellino, relativa ai periodi di esposizione dei deposimetri, dal 02/11/16 al 14/11/17, dal 15/11/17 al 28/11/18 e dal 28/11/18 al 11/12/19.

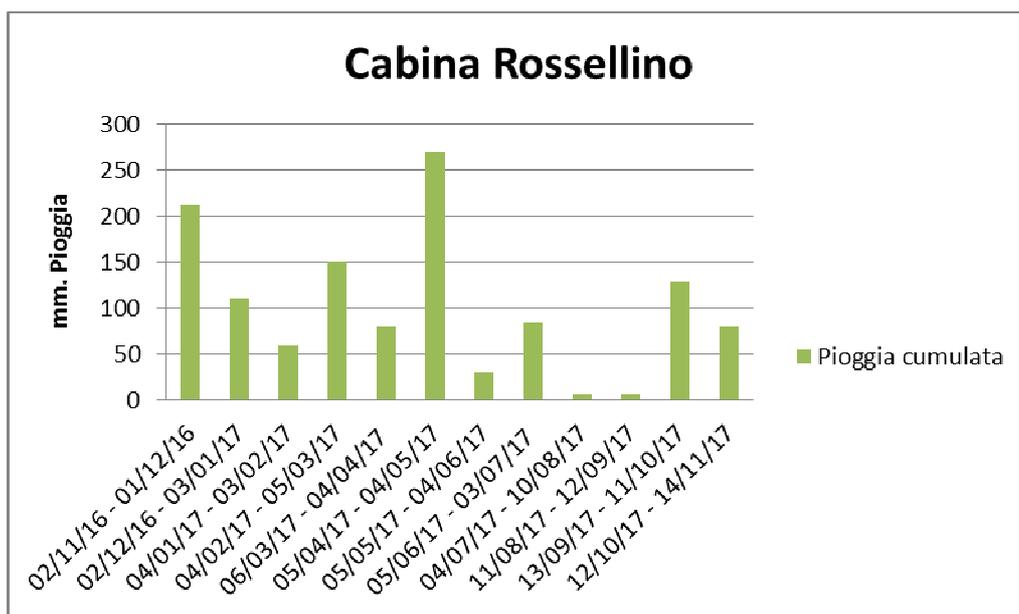


Grafico 1. Precipitazioni dal 02/11/16 al 14/11/17.

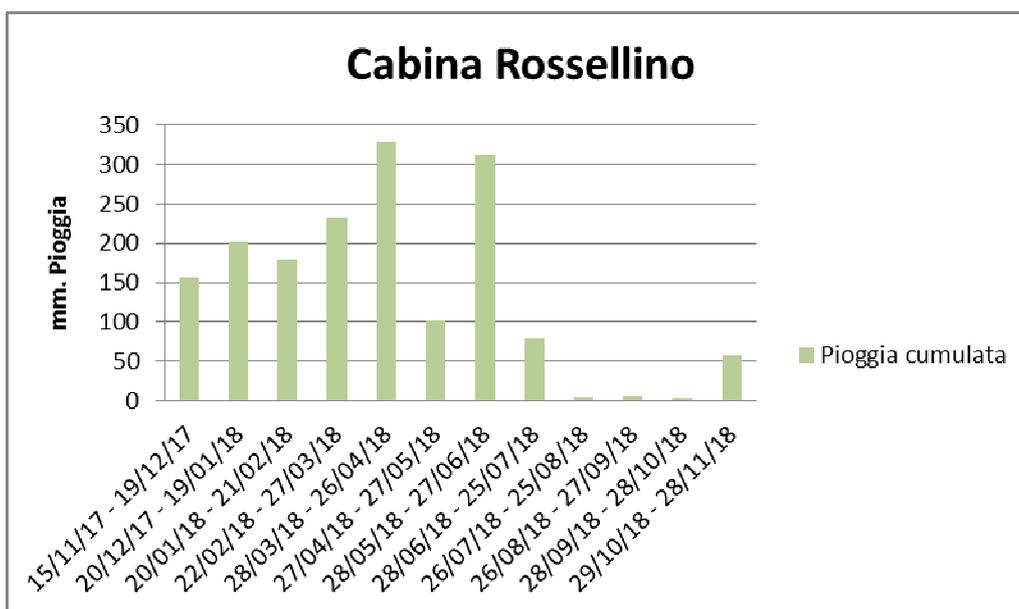


Grafico 2. Precipitazioni dal 15/11/17 al 28/11/18.

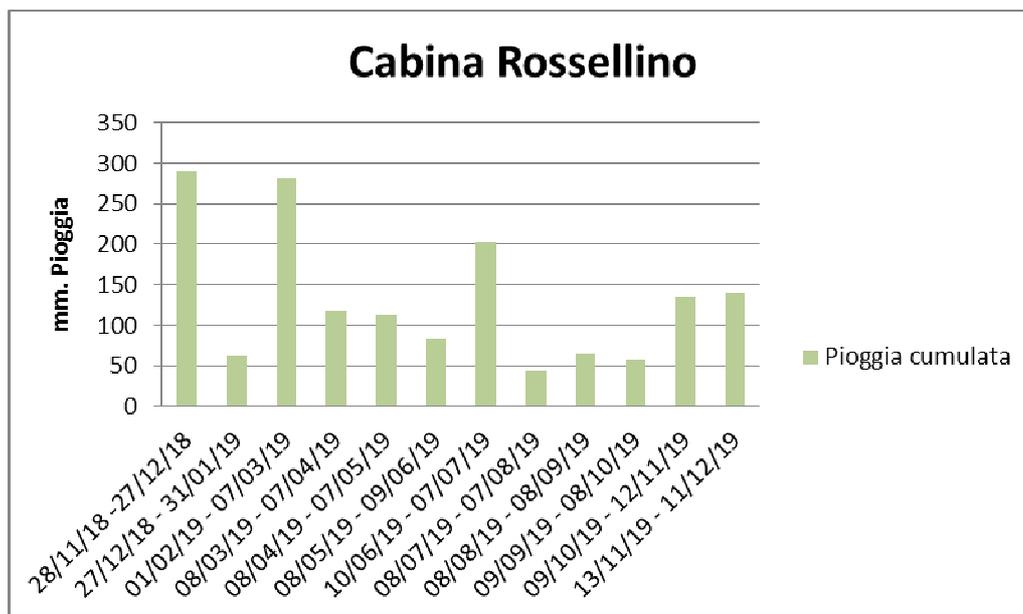


Grafico 3. Precipitazioni dal 28/11/18 al 11/12/19.

Denominazione sito	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
Giardino privato - Bucaletto	6674	9421	8547
Terrazzo Comando Provinciale VVFF - C.da Betlemme	5172	7978	5236
Centralina qualità dell'aria - Rossellino	1366	2394	1494
Pioggia cumulata	1217	1661	1595

Tabella 6. Sommatoria annua di tutti i Metalli rilevati nelle deposizioni in $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die e pioggia in mm.

In tabella 6 è riportata la somma dei valori medi annui di tutti i metalli ricercati nelle deposizioni totali nei tre anni di monitoraggio, insieme alla pioggia cumulata registrata presso la cabina di qualità dell'aria di Rossellino. Tali rilievi sono stati effettuati poiché le condizioni meteo, quali la pioggia, l'alta pressione e un alto tasso di umidità, rappresentano le condizioni migliori per la deposizione degli inquinanti al suolo.

I periodi più piovosi sono stati, nell'ordine, il 2018, il 2019, con valori confrontabili a quelli dell'anno precedente, ed il 2017, con valori decisamente minori. I metalli nelle deposizioni hanno seguito lo stesso andamento, ma con i valori del 2018 decisamente maggiori di quelli del 2019 e del 2017 per i siti 2 e 3. Per

il sito 1 il quantitativo dei metalli nelle deposizioni e l'abbondanza di precipitazioni sono maggiormente correlati.

Dai dati raccolti nei tre anni di misurazione si osserva che il sito 1, Giardino privato di Bucaletto, si conferma essere quello maggiormente interessato dalla ricaduta degli inquinanti, seguito dal sito 2, Terrazzo Comando Provinciale VVFF; il sito 3, Centralina qualità dell'Aria di Rossellino, assunto come postazione di fondo, mostra valori nettamente più bassi.

Attualmente la normativa italiana non prevede valori limite per i metalli nelle deposizioni atmosferiche. Dal confronto dei tassi di deposizione con i limiti definiti da alcuni paesi europei, riportati in tabella 7, si evince che nei tre siti, i risultati ottenuti per arsenico, cadmio, nichel, piombo e tallio sono inferiori ai valori di riferimento previsti dalla normativa europea. Per quanto riguarda lo zinco, nel sito 1, Giardino privato di C.da Bucaletto, ove il valore medio su tutto il periodo è di 215 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die, nel periodo compreso tra il 08/08/2019 ed il 08/09/2019 si è registrato un valore di 426 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die, superiore al valore di riferimento di 400 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die.

Nazione	As $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die	Cd $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die	Ni $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die	Pb $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die	Zn $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die	Tl $\mu\text{g}/\text{m}^2$ die
Austria	-	2	-	100	-	-
Belgio	-	2	-	250	-	-
Croazia	4	2	15	100	-	2
Germania	4	2	15	100	-	2
Svizzera	-	2	-	100	400	2
Slovenia	-	2	-	100	400	-

Tabella 7. Valori di riferimento previsti dalla normativa in alcuni Paesi Europei (Rif. Ann. Ist. Super Sanità 2015, Vol. 51, No. 4: 298-304)

In tabella 8 sono riportati una serie di intervalli di tassi di deposizione per arsenico, cadmio e nichel relativi a siti europei appartenenti ad aree rurali, urbane e industriali, tratti dal documento della Commissione Europea "Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper - European Communities, 2001". Rispetto agli intervalli indicati in tabella 8, per l'arsenico i siti 1 e 2 rientrano nell'intervallo di riferimento delle aree urbane, il sito 3 nelle aree rurali; per il cadmio, i siti 1 e 2 rientrano nell'intervallo di riferimento delle aree rurali/urbane e il sito 3 nelle aree rurali; per il nichel, il sito 1 mostra valori tipici di aree industriali, il sito 2 di quelle urbano/industriali, il sito 3 rientra negli intervalli propri delle aree rurali/urbane.

Elemento	Area rurale	Area urbana	Area industriale	Sito 1	Sito 2	Sito3
	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{die}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{die}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{die}$	Giardino privato c.da Bucalitto	Terrazzo Comando Prov. VVFF	Centralina Qualita Aria Rossellino
As	0,087 – 0,43	0,22 – 6	1,8– 708	0,32 – 0,87	0,27 – 0,72	0,07– 0,52
Cd	0,011 – 2	0,16 – 1,3	0,12 – 122	0,12 – 0,50	0,01 – 1,54	0,01 – 0,13
Ni	0,029 – 4,3	0,16 – 3,8	1,2 – 129	3,4 – 6,5	2,1 – 4,8	0,80 – 2,4

Tabella 8. Valori minimi e massimi rilevati nei tre siti confrontati con gli intervalli di tassi di deposizione previsti in alcuni Paesi Europei (Rif. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper - European Communities, 2001, Tab. 1.13, Tab.1.14, Tab. 1.15).

Per quanto riguarda le specie che maggiormente caratterizzano le attività siderurgiche, quali ferro, manganese, zinco, cromo e nichel, viene confermato lo stesso andamento rilevato nei precedenti monitoraggi, dove i tassi di deposizione ottenuti nei siti 1 e 2 sono maggiori rispetto a quelli trovati nel sito di fondo.

I valori di deposizione dei fluoruri per i siti 1, 2 e 3 sono quasi sempre inferiori al limite di determinazione. Oltre ai metalli previsti dalla DGR 113 del 17 Febbraio 2017, prescrizione 4.4.4, punto 36, nell'indagine sono stati valutati anche Tallio, Arsenico, Alluminio e Ferro. I valori riscontrati per i primi due metalli sono stati confrontati con i valori previsti dalla normativa vigente in alcuni Paesi Europei (Ann. Ist. Super Sanità 2015, Vol. 51, No. 4: 298-304). Ferro ed alluminio sono metalli cristallini, associati a fenomeni di erosione del suolo ed eventi sahariani. I risultati mostrano come nei siti 1 e 2, il ferro e l'alluminio siano presenti in quantità decisamente superiori rispetto al sito 3, ad ulteriore conferma del contributo delle attività dei processi produttivi industriali, del traffico e del riscaldamento civile.

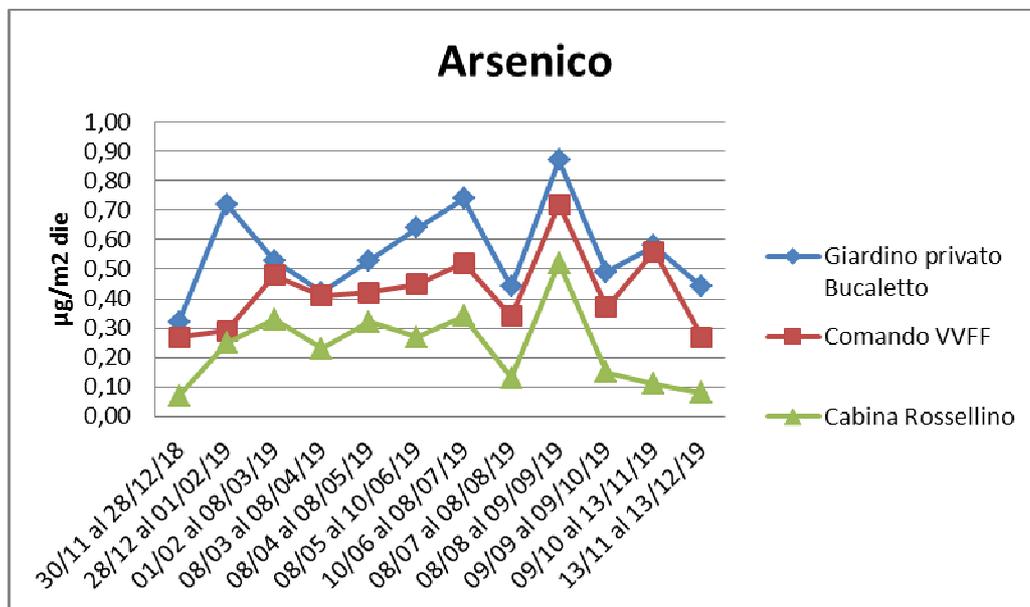


Grafico 4. Arsenico nelle deposizioni.

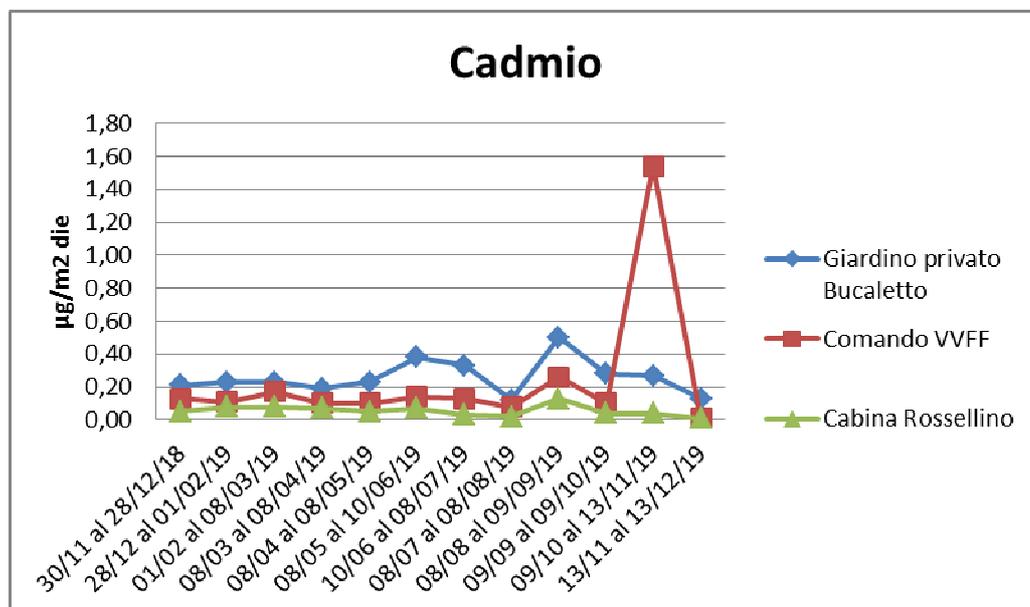


Grafico 5. Cadmio nelle deposizioni.

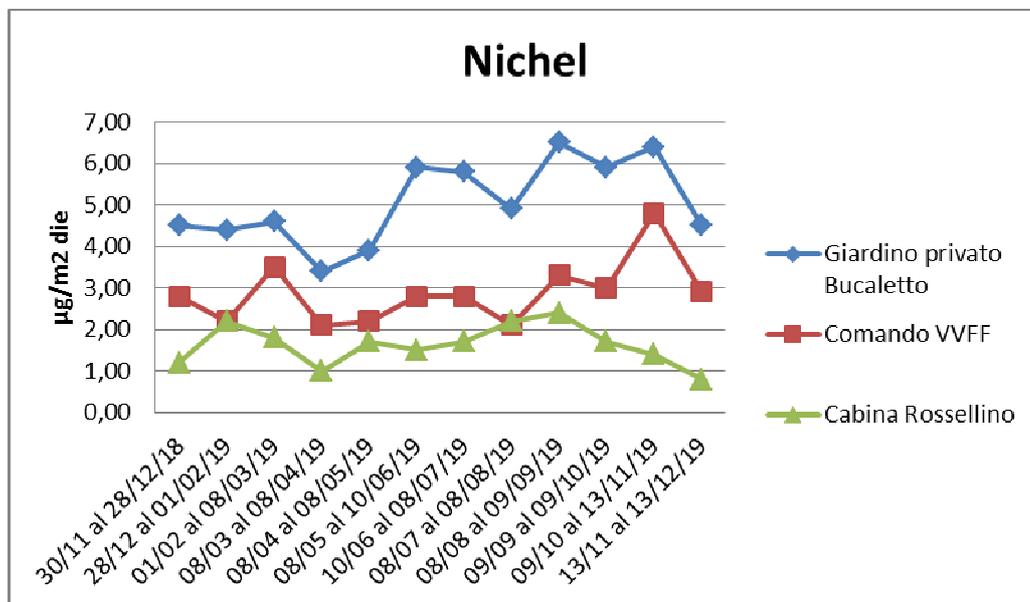


Grafico 6. Nichel nelle deposizioni.

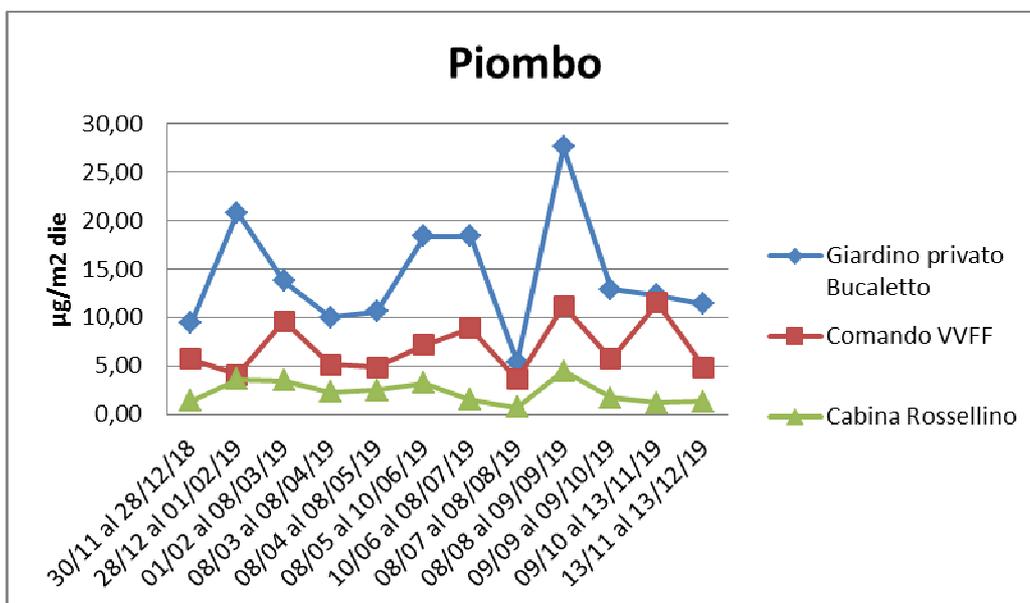


Grafico 7. Piombo nelle deposizioni.

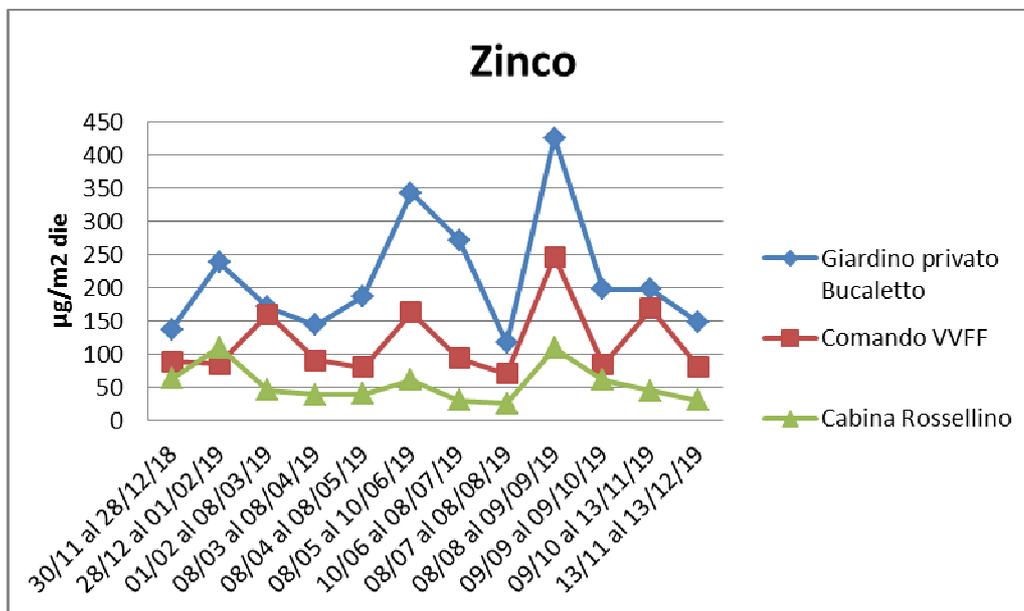


Grafico 8. Zinco nelle deposizioni.

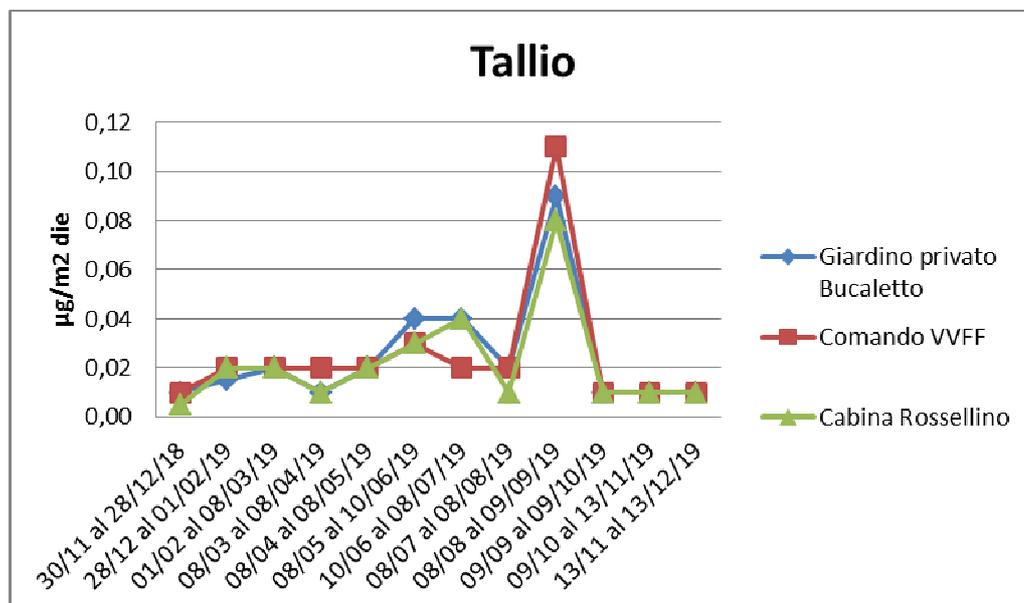


Grafico 9. Tallio nelle deposizioni.

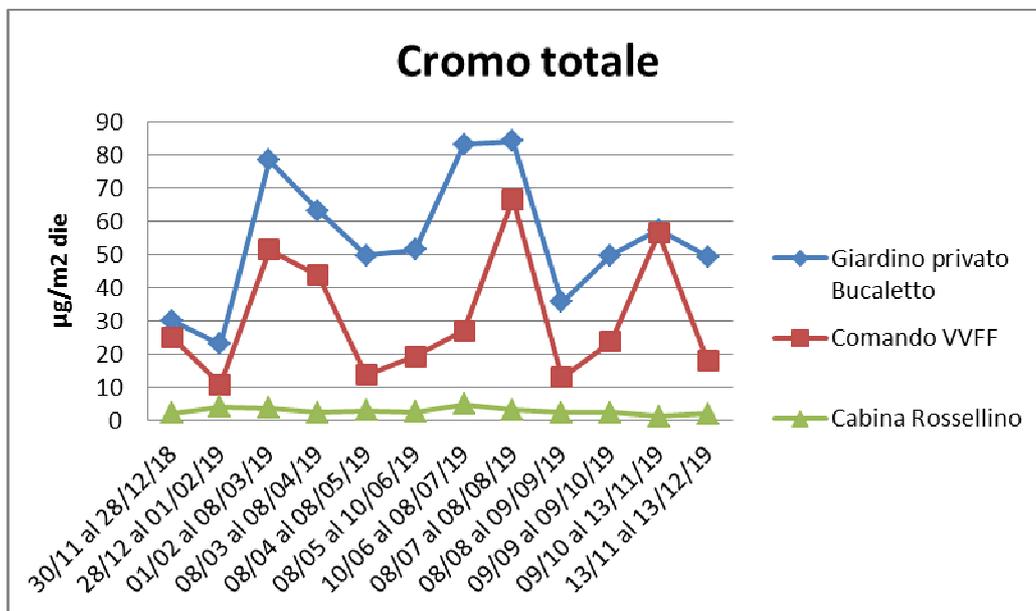


Grafico 10. Cromo totale nelle deposizioni.

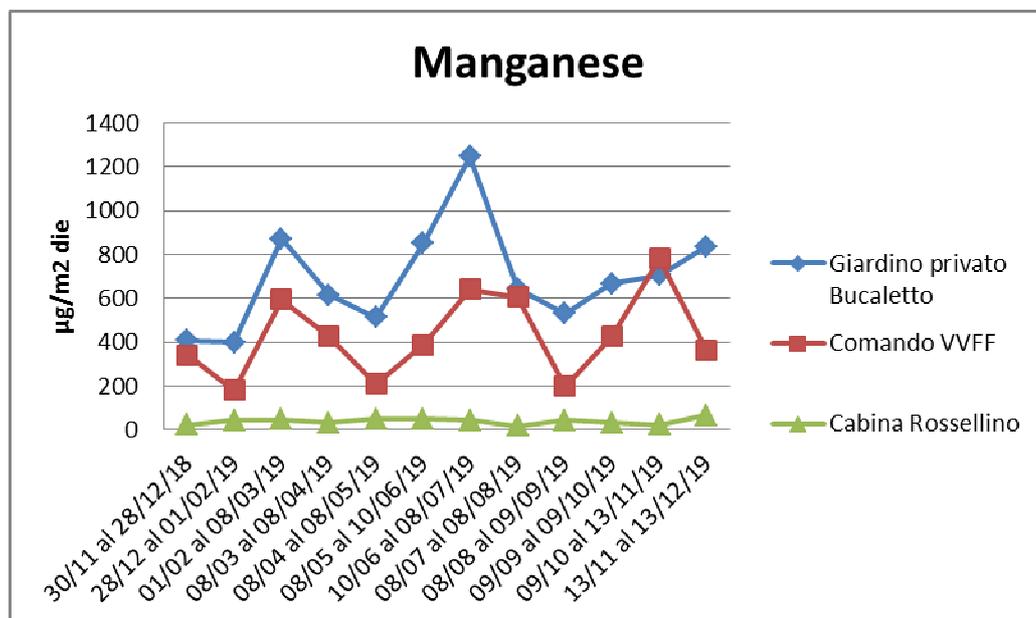


Grafico 11. Manganese nelle deposizioni.

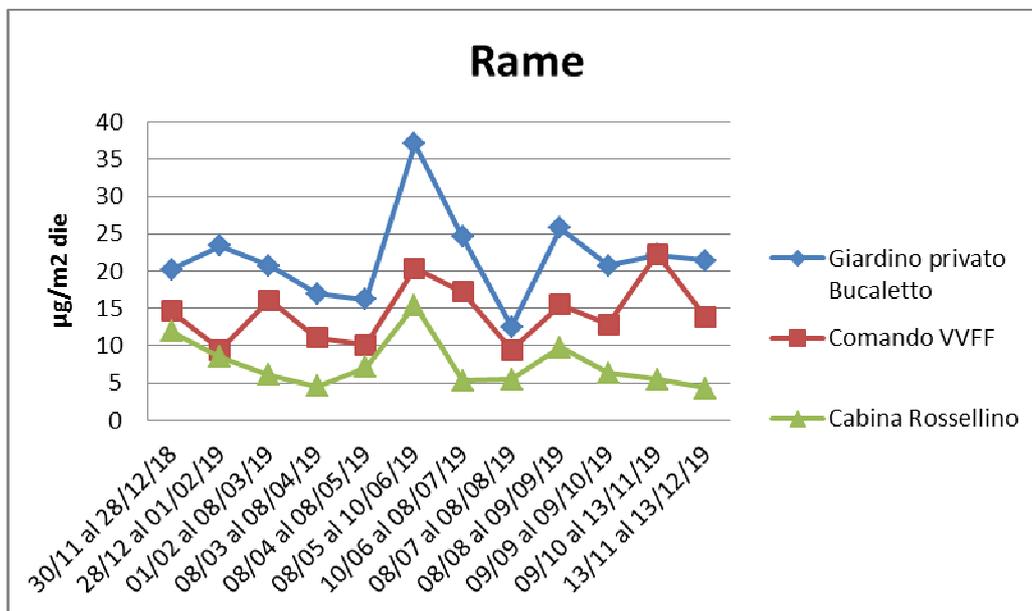


Grafico 12. Rame nelle deposizioni.

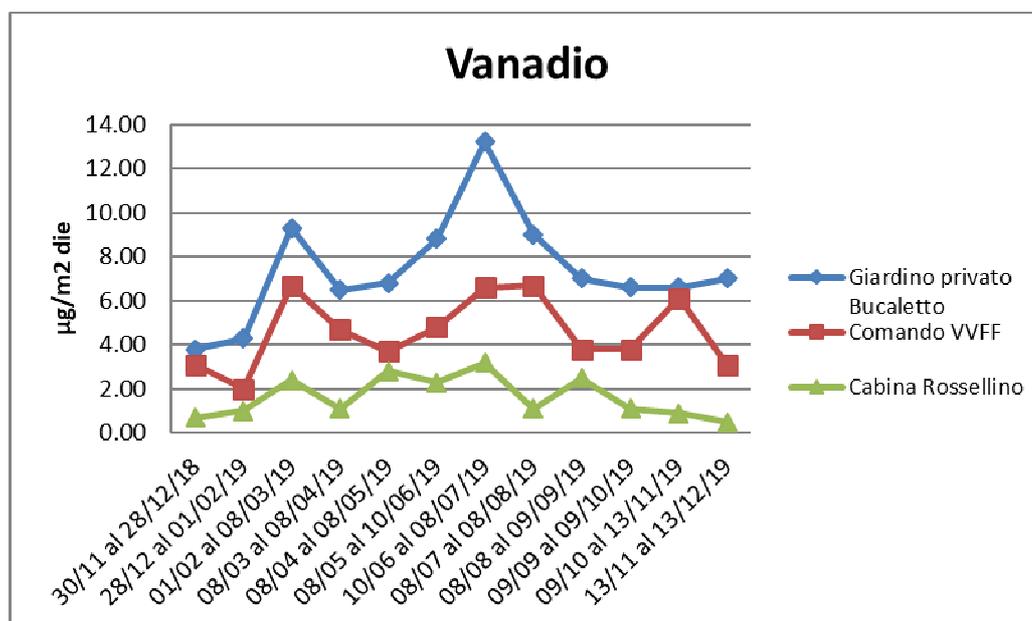


Grafico 13. Vanadio nelle deposizioni.

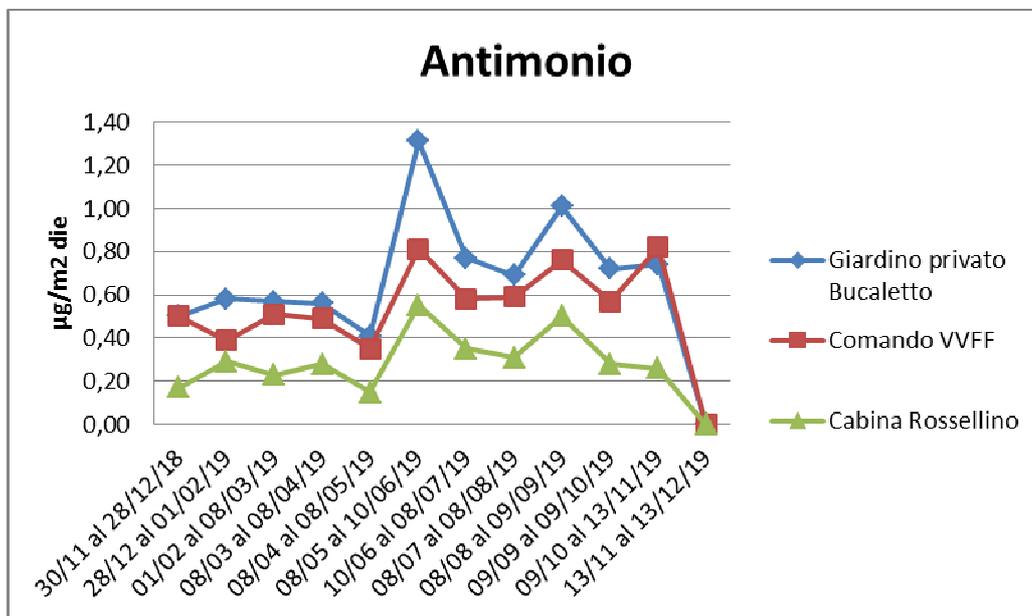


Grafico 14. Antimonio nelle deposizioni.

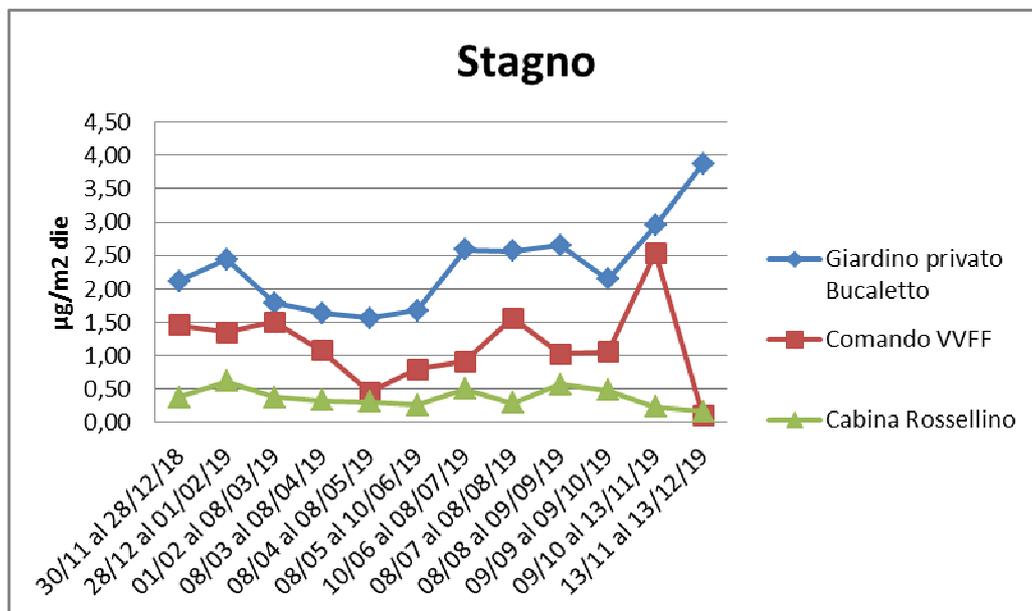


Grafico 15. Stagno nelle deposizioni.

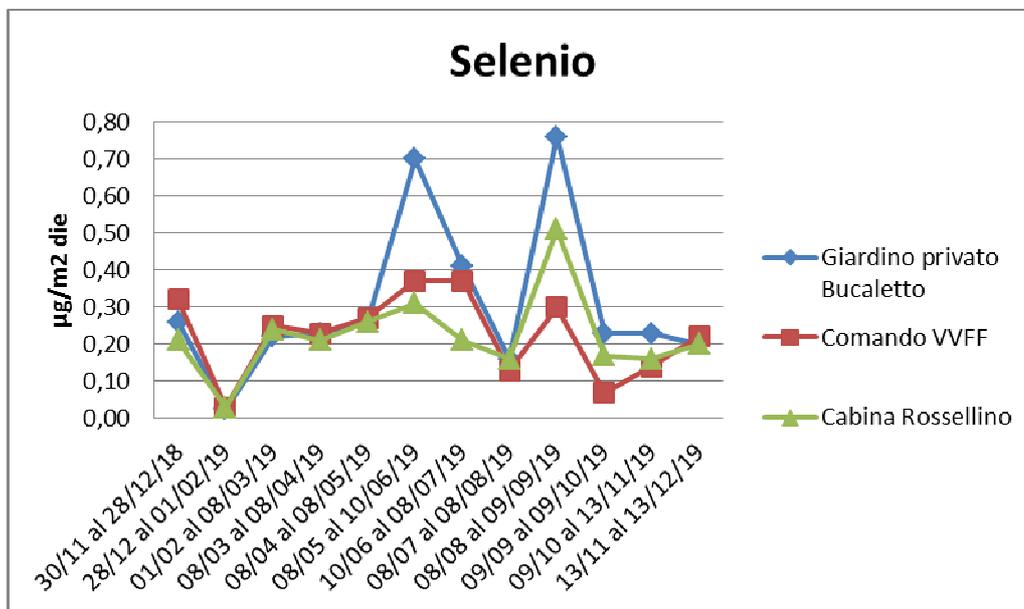


Grafico 16. Selenio nelle deposizioni.

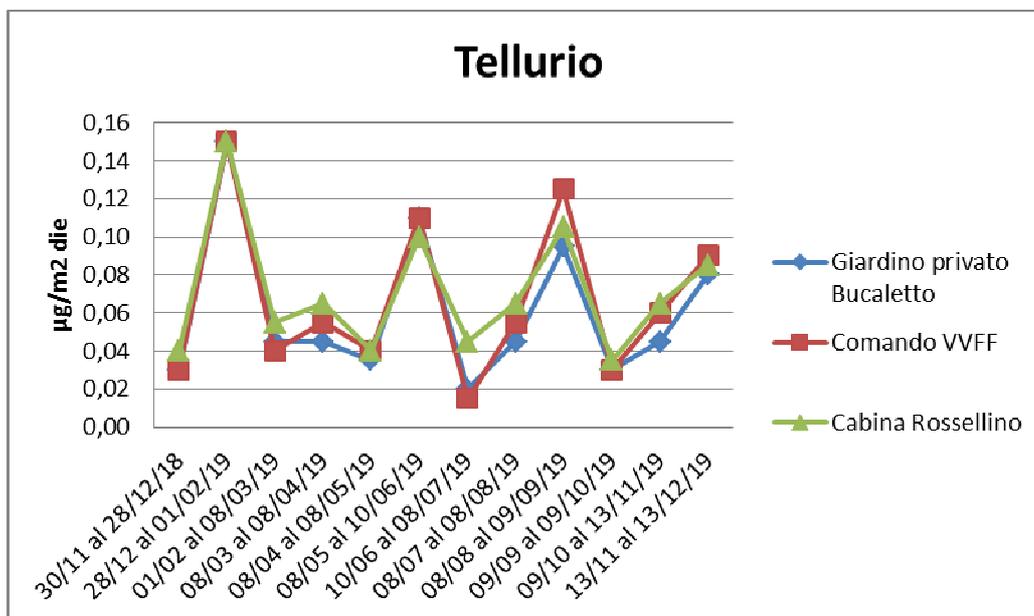


Grafico 17. Tellurio nelle deposizioni.

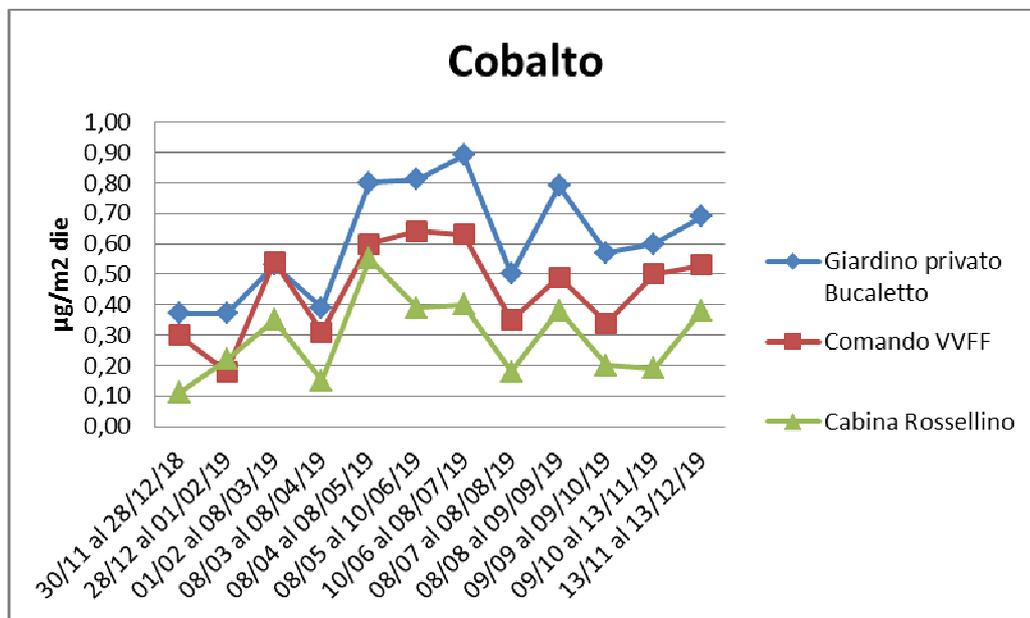


Grafico 21. Cobalto nelle deposizioni.

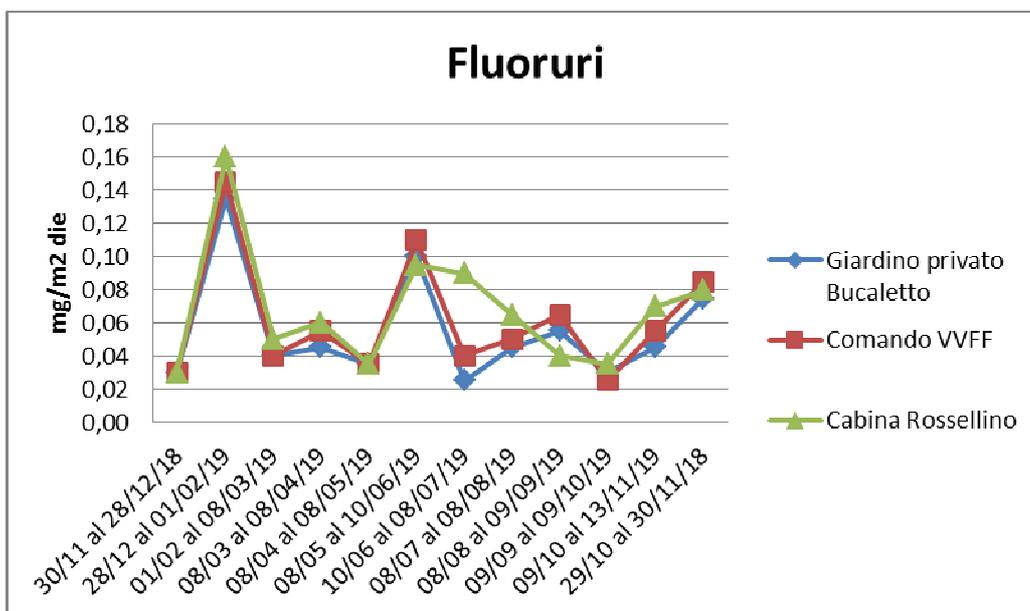


Grafico 19. Fluoruri nelle deposizioni.

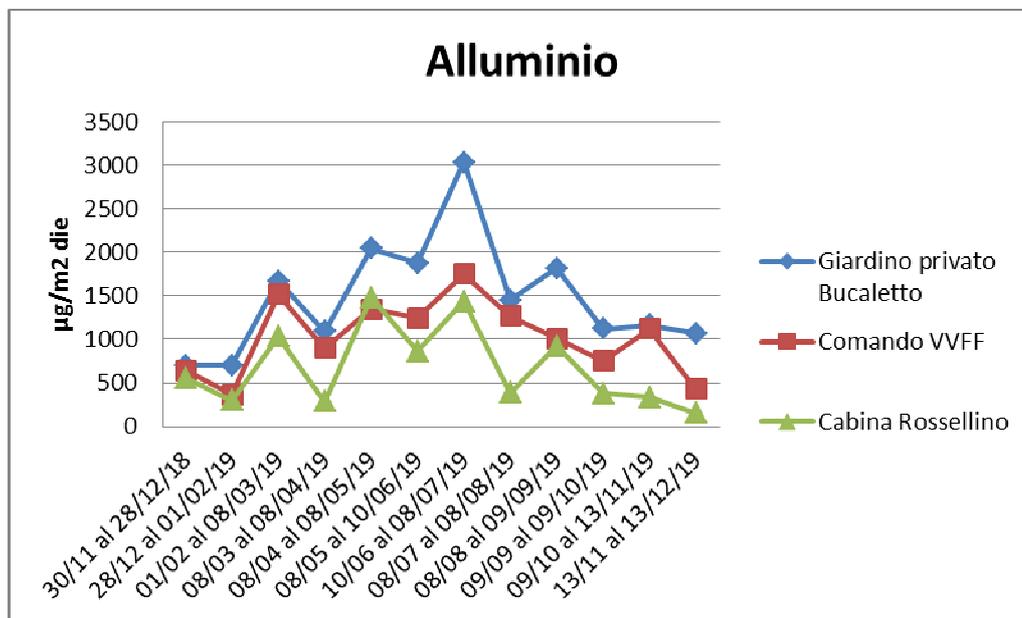


Grafico 20. Alluminio nelle deposizioni.

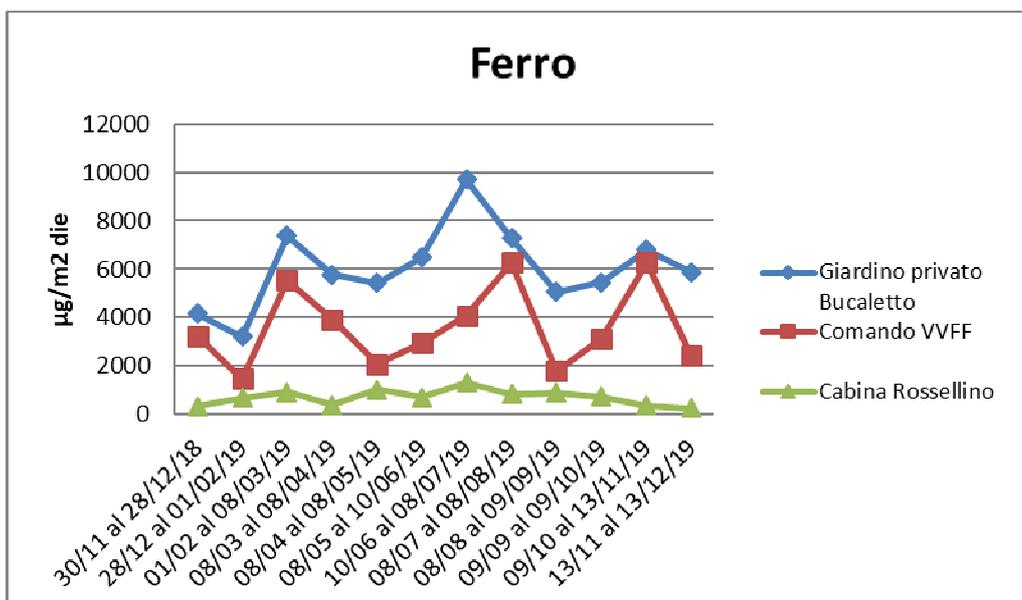


Grafico 21. Ferro nelle deposizioni.