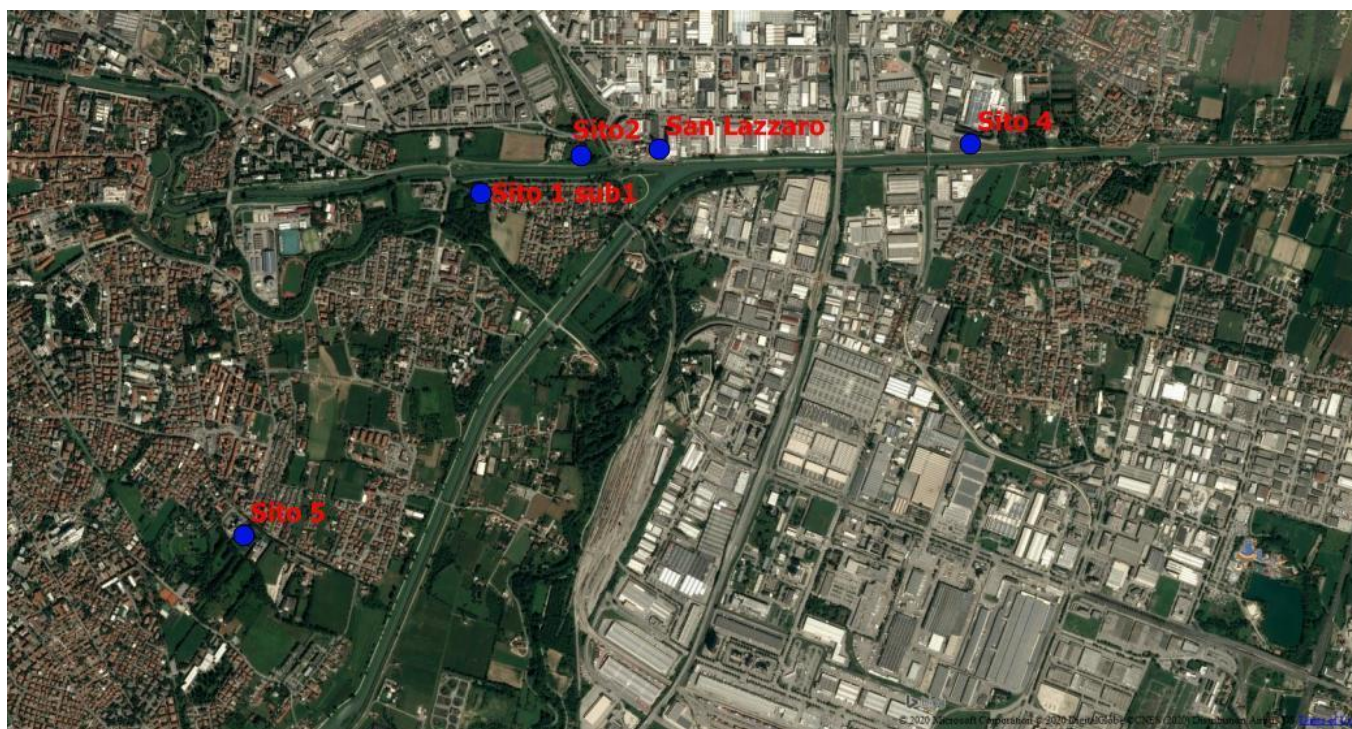


**Accordo volontario per il monitoraggio delle ricadute dell'impianto di
termovalorizzazione di San Lazzaro, Padova.**

Monitoraggio dei suoli

Anno 2021



ARPAV

Dipartimento Provinciale di Padova

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente - UO Qualità del Suolo

Dipartimento Regionale Laboratori

Maggio 2022

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

INDICE

1. Introduzione e obiettivi specifici del monitoraggio.....	4
2. Caratterizzazione dei siti e tempistiche di realizzazione	4
3. Metodologia di campionamento	6
4. Inquinanti monitorati	6
5. Normativa di riferimento.....	7
5.1 Ulteriore documentazione di riferimento	9
6. Risultati delle analisi	11
6.1 DIOSSINE E FURANI (PCDD/F)	11
6.2 PCB	13
6.3 IPA	14
6.4 METALLI	14
7. Conclusioni.....	18
Allegato 1 – Planimetria con ubicazione dei siti di prelievo	19
Allegato 2 – Planimetria con isolinee del modello di ricaduta	20
Allegato 3 – Rapporti analisi 2021	21

1. Introduzione e obiettivi specifici del monitoraggio

Il monitoraggio è stato svolto dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova con la collaborazione e supervisione dell'Unità Organizzativa Qualità del Suolo di ARPAV, nell'ambito di un accordo a cui hanno aderito Comune di Padova, Provincia di Padova, Comune di Noventa Padovana e ARPAV.

Il monitoraggio sulla ricaduta degli inquinanti al suolo è stato effettuato con cadenza annuale a partire dal 2012.

Nella presente relazione si riportano anche i risultati dei precedenti monitoraggi al fine di valutare se nell'area di ricaduta delle emissioni del termovalorizzatore si è verificato un accumulo di inquinanti al suolo.

Gli inquinanti ricercati sono: metalli pesanti, Idrocarburi policiclici aromatici (IPA), diossine e furani (PCDD e PCDF) e policlorobifenili (PCB).

2. Caratterizzazione dei siti e tempistiche di realizzazione

Il controllo dei suoli, dal 2012 al 2021, è stato effettuato nelle seguenti date:

- 1° campionamento: 28 marzo 2012
- 2° campionamento: 15 marzo 2013
- 3° campionamento: 01 aprile 2014
- 4° campionamento: 08 aprile 2015
- 5° campionamento: 31 marzo 2016
- 6° campionamento: 23 novembre 2017
- 7° campionamento: 24 settembre 2018
- 8° campionamento: 25 ottobre 2019
- 9° campionamento: 14 ottobre 2020
- 10° campionamento: 16 dicembre 2021

I prelievi sono stati eseguiti in corrispondenza di quattro aree identificate, aventi specifiche caratteristiche, indispensabili per ottenere dei risultati attendibili. Una quinta area è stata controllata fino al 2015 (sito 3), poi non essendo più accessibile è stata esclusa dal monitoraggio

Tali aree devono essere:

- soggette alla ricaduta delle emissioni dell'inceneritore (l'identificazione è stata eseguita sovrapponendo alla cartografia di base le isolinee di concentrazione ottenute applicando un modello di ricaduta), o per le aree di bianco non soggette alla ricaduta;
- non soggette ad attività agricole di aratura o rimescolamento degli strati superficiali dei terreni;
- dotate di copertura erbosa stabile;
- distanti da corsi d'acqua che periodicamente vengono risezionati;
- non soggette a riporti di terreni provenienti da altri siti o modifiche nel loro utilizzo;
- non ricadenti in aree dove si prevede una modifica dell'utilizzo del suolo per tutta la durata del monitoraggio.

I siti 4 e 5 sono stati presi a riferimento come situazione di background, il sito 4 come background in area industriale, il sito 5 come background in area residenziale.

Il sito 1, in particolare l'area chiamata "Sito1 sub1" è stato individuato come rappresentativo di un'area residenziale maggiormente interessata dalle ricadute delle emissioni a camino del termovalorizzatore, in base alla previsione modellistica effettuata.

Nel 2016, dopo che si è scoperto che era presente un edificio residenziale demolito, l'area è stata partita in 4 sub-aree; su tutte le aree sono stati eseguiti degli accertamenti che hanno portato all'identificazione della sub-area 1 come quella meno soggetta all'alterazione delle caratteristiche dovuta alla presenza di riporti. Il campionamento a partire dal 2016 è stato quindi ristretto alla sola sub-area 1 (sub1).

Il sito 2 è stato individuato come rappresentativo di un'area industriale interessata dalle ricadute delle emissioni a camino del termovalorizzatore, in base alla previsione modellistica effettuata.

Nel 2016 sono stati eseguiti anche campionamenti profondi nei siti 1 e 5.

Si allegano alla presente relazione una planimetria con l'ubicazione dei siti di prelievo e un'altra planimetria con le isolinee di concentrazione degli inquinanti, ricavate con il modello di calcolo delle ricadute utilizzato da ARPAV (allegati 1 e 2).

Si riportano di seguito le foto dei quattro siti di campionamento dei suoli, già presenti nelle relazioni degli anni precedenti.

Sito n. 1 posto ad ovest dell'inceneritore, tra Via Vigonovese e Via Boccaccio, a sud est del "ponte dei Graissi"; a partire dal 2016 l'analisi è stata effettuata sulla sub-area 1 (accessibile).

Sito n. 2 posto immediatamente ad ovest dell'inceneritore, tra Lungargine San Lazzaro, Via Andrea Longhin e la linea ferroviaria a servizio della Zona industriale (accessibile).

Sito n. 4 posto ad Est, in Comune di Noventa Padovana, tra Viale della Navigazione Interna e Via Argine Sinistro del Piovego (proprietà privata recintata).

Sito n. 5 "Parco Iris" parco urbano posto a Sud Ovest, in Comune Padova, tra Via Guglielmo Ongarello e Via Giovanni Canestrini (accessibile).



Figura 1. Localizzazione sito n.1

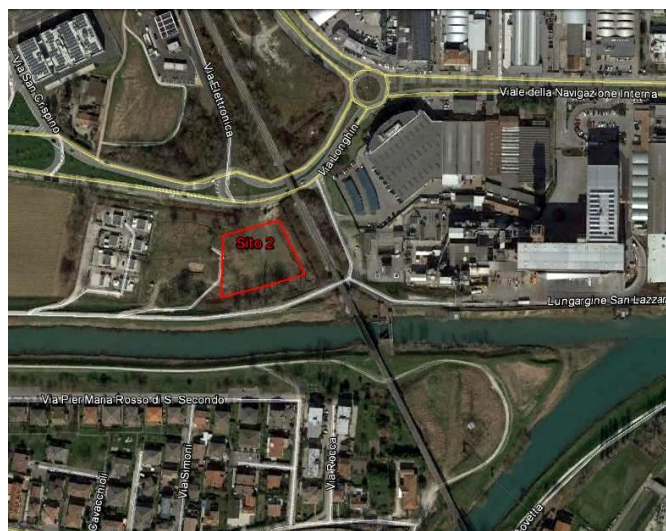


Figura 2. Localizzazione sito n.2



Figura 3. Localizzazione sito n.3

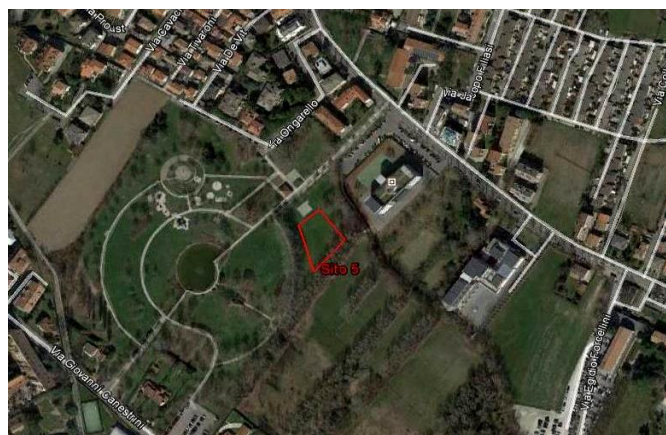


Figura 4. Localizzazione sito n.4

3. Metodologia di campionamento

Per il prelievo dei terreni, all'interno di ciascun sito, si è operato con le seguenti modalità:

- 1) Suddivisione del lotto in 16 celle.
- 2) Prelievo di un campione elementare superficiale per cella, per un totale di 16 incrementi. Il campione elementare è stato prelevato mediante infissione di fustella di acciaio per una profondità massima di 5 cm al di sotto del cotico erboso.
- 3) Il campione finale di ciascun sito, da avviare all'analisi, è stato ottenuto dalla miscelazione dei 16 campioni elementari superficiali e riduzione volumetrica con il metodo della quartatura.

Tutte le operazioni di campionamento sono state eseguite con la collaborazione e supervisione del personale del UO Qualità del Suolo di ARPAV.

4. Inquinanti monitorati

Sui campioni raccolti sono stati ricercati i seguenti inquinanti:

Inquinanti inorganici (Metalli pesanti)

I metalli pesanti sono considerati elementi potenzialmente tossici con effetti significativi sullo stato di salute dell'uomo e dell'ambiente. I metalli pesanti, presenti in natura in tracce, possono subire un netto incremento dovuto all'attività antropica e raggiungere a volte soglie critiche di tossicità per la flora, la fauna e l'uomo stesso. Le cause che portano ad un tale incremento sono imputabili principalmente alla ricaduta di inquinanti aerodispersi emessi da varie sorgenti diffuse e puntiformi, quali: industrie chimiche, metallurgiche e di trasformazione del petrolio, incenerimento dei rifiuti, impianti di riscaldamento domestico, traffico veicolare ecc. Il loro apporto al suolo avviene mediante deposizioni atmosferiche secche ed umide.

Non meno importanti sono alcune pratiche agricole, le quali possono causare un incremento di metalli pesanti attraverso l'utilizzo di fertilizzanti chimici, fanghi di depurazione e altri ammendanti organici, fitofarmaci e l'utilizzo di acque con bassi requisiti di qualità.

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi. Tra i più importanti da un punto di vista sanitario-ambientale ci sono: il piombo (Pb), l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) e il mercurio (Hg).

Inquinanti organici (IPA, PCDD/PCDF, PCB)

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA), diossine e furani (PCDD e PCDF) e policlorobifenili (PCB) sono inquinanti organici persistenti, particolarmente stabili, ormai riconosciuti a livello internazionale come tossici sia per l'uomo che per l'ambiente.

Tali inquinanti sono immessi nell'ambiente da numerose sorgenti, presentano una certa mobilità tra le diverse matrici ambientali, hanno una struttura chimica stabile e una considerevole vita media. Possono determinare un inquinamento persistente, pressoché ubiquitario e accumularsi in occasione di eventi particolari.

Negli ultimi decenni lo sviluppo delle attività industriali ha aumentato il rischio di immissione nell'ambiente, in particolare nel suolo, dove si possono verificare fenomeni di accumulo.

L'ambiente terrestre può ricevere gli inquinanti attraverso differenti vie.

Le più importanti sono:

- deposizione atmosferica;
- spandimento di fanghi, compost e altri ammendanti organici;
- sedimenti provenienti da esondazioni;
- erosione e rideposizione da aree contaminate poste nelle vicinanze;
- rilascio accidentale sul suolo.

Nel suolo gli inquinanti organici non presentano mobilità significativa in quanto sono generalmente adsorbiti dal carbonio organico; una volta adsorbiti, rimangono relativamente immobilizzati e, a causa della bassa solubilità in acqua, non mostrano tendenze alla migrazione in profondità; la conseguenza è che, a fronte di fenomeni di contaminazione, la loro concentrazione tende ad arricchirsi negli strati superficiali rispetto a quelli profondi che sono invece testimoni della dotazione naturale del suolo.

La conoscenza sul contenuto degli inquinanti organici nei suoli può fornire quindi utili indicazioni sul livello di inquinamento diffuso e nuovi elementi per valutare eventuali rischi legati alla gestione dei suoli.

5. Normativa di riferimento

Il D.Lgs. 152/06 e s.m.i. prevede che qualora venga riscontrato il superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC), anche per una sola delle sostanze inquinanti considerate, si deve procedere alla caratterizzazione del sito e all'analisi del rischio sito-specifica.

Sono previsti valori soglia di contaminazione diversi per gli stessi parametri in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti.

Per i suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale si fa riferimento ai valori riportati nella colonna A, tabella 1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 mentre per i suoli ad uso commerciale e industriale i valori limite sono quelli della colonna B della stessa tabella.

Per valutare i risultati dell'indagine svolta nel 2019 si è fatto riferimento alle concentrazioni soglia di contaminazione più restrittive, ovvero quelle contenute nella colonna A.

Nel presente documento non si è tenuto conto delle CSC fissate dal Decreto n.46 del 1 marzo 2019 perché nessuno dei siti esaminati appartiene ad aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento.

Tabella 1. Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) previste dal D. Lgs. 152/2006, colonna A, Allegato 5, Parte IV.

	Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale - colonna A; (mg/kg s.s.)
Composti inorganici	
Antimonio (Sb)	10
Arsenico (As)	20
Berillio (Be)	2
Cadmio (Cd)	2
Cobalto (Co)	20
Cromo (Cr)	150
Mercurio (Hg)	1
Nichel (Ni)	120
Piombo (Pb)	100
Rame (Cu)	120
Selenio (Se)	3
Tallio (Tl)	1
Vanadio (V)	90
Zinco (Zn)	150
Aromatici policiclici (IPA)	
Sommatoria policiclici aromatici	10
Diossine e Furani	
Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)	1 x 10 ⁻⁵
PCB	0.06

Sui campioni raccolti dopo il 2014 non è stato ricercato lo Stagno (Sn) perché il Decreto Legislativo n° 91 del 2014 ha cancellato i limiti di colonna A e B fissati originariamente dal D.Lgs.152/06 per questo metallo (i livelli di fondo dello stagno sono generalmente al di sopra di 1 mg/kg).

Le diossine e i furani generalmente non espressi nelle diverse matrici come singoli composti, ma come somma di miscele complesse dei diversi congeneri aventi differente tossicità.

Per riuscire a esprimere la tossicità dei singoli congeneri è stato introdotto il concetto di *fattore di tossicità equivalente* (TEF). I fattori di tossicità equivalente si basano sulla considerazione che i diversi PCDD/PCDF nonostante presentino il medesimo meccanismo di azione (attivazione del recettore Ah), producono effetti tossici diversi.

I TEF vengono calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti organoclorurati con il recettore Ah rispetto a quella del congenere più tossico, la 2,3,7,8-TCDD, a cui è stato assegnato un valore di TEF pari a 1.

Per quanto riguarda diossine e furani, sono stati individuati 17 congeneri di rilevanza tossicologica:

- Diossine: - 2,3,7,8 tetracloro-*p*-dibenzodiossina (2,3,7,8 TCDD)
 - 1,2,3,7,8 pentacloro-*p*-dibenzodiossina (1,2,3,7,8 PeCDD)
 - 1,2,3,4,7,8 esacloro-*p*-dibenzodiossina (1,2,3,4,7,8 HxCDD)
 - 1,2,3,6,7,8 esacloro-*p*-dibenzodiossina (1,2,3,6,7,8 HxCDD)
 - 1,2,3,7,8,9 esacloro-*p*-dibenzodiossina (1,2,3,7,8,9 HxCDD)
 - 1,2,3,4,6,7,8 eptacloro-*p*-dibenzodiossina (1,2,3,4,6,7,8 HpCDD)
 - octacloro-*p*-dibenzodiossina (OCDD)
- Furani: - 2,3,7,8 tetracolorodibenzofurano (2,3,7,8 TCDF)
 - 1,2,3,7,8 pentacolorodibenzofurano (1,2,3,7,8 PeCDF)
 - 2,2,3,7,8 pentacolorodibenzofurano (2,2,3,7,8 PeCDF)
 - 1,2,3,4,7,8 esacolorodibenzofurano (1,2,3,4,7,8 HxCDF)
 - 1,2,3,6,7,8 esacolorodibenzofurano (1,2,3,6,7,8 HxCDF)
 - 1,2,3,7,8,9 esacolorodibenzofurano (1,2,3,7,8,9 HxCDF)
 - 2,3,4,6,7,8 esacolorodibenzofurano (2,3,4,6,7,8 HxCDF)
 - 1,2,3,4,6,7,8 eptacolorodibenzofurano (1,2,3,4,6,7,8 HpCDF)
 - 1,2,3,4,7,8,9 eptacolorodibenzofurano (1,2,3,4,7,8,9 HpCDF)
 - octaclorodibenzofurano (OCDF)

Attualmente per la misura della tossicità equivalente di diossine e furani si fa riferimento a due sistemi internazionali:

- 1) il sistema *I-TE, International Toxicity Equivalent*, sviluppato in ambito NATO/CCMS (*North Atlantic Treaty Organization/Committee on the Challenges of Modern Society*), utilizzato principalmente per misurare i livelli di tossicità nelle diverse matrici ambientali (acqua, aria, suolo);
- 2) il sistema *WHO-TE, World Health Organization*, utilizzato normalmente per valutare i possibili effetti sulla salute umana.

Nella Tabella 2 sono riportati i fattori di tossicità equivalente dei 17 congeneri di diossine e furani sopra elencati.

Tabella 2. Fattori di tossicità equivalente I-TE e WHO-TE per diossine e furani.

PCDD/F	I-TE NATO/CCMS, 1998	WHO-TE WHO, 1997	WHO-TE WHO, 2005
2,3,7,8 TCDD	1	1	1
1,2,3,7,8 PeCDD	0.5	1	1
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0.1	0.1	0,1
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0.1	0.1	0,1
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0.1	0.1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0.01	0.01	0,01
OCDD	0.001	0.0001	0,0003
2,3,7,8 TCDF	0.1	0.1	0,1
1,2,3,7,8 PeCDF	0.05	0.05	0,03
2,2,3,7,8 PeCDF	0.5	0.5	0,3
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0.1	0.1	0,1
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0.1	0.1	0,1
1,2,3,7,8,9 HxCDF	0.1	0.1	0,1
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0.1	0.1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0.01	0.01	0,01
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0.01	0.01	0,01
OCDF	0.001	0.0001	0,0003

Per esprimere la concentrazione complessiva di diossine e furani nelle diverse matrici si è quindi introdotto il concetto di tossicità equivalente (TEQ) che si ottiene sommando i prodotti tra i fattori di tossicità equivalente (TEF_i) dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni (C_i), secondo la formula:

$$TEQ = \sum_{i=1}^n (C_i \cdot TEF_i)$$

Le TEQ sono espresse con l'unità di misura della matrice analizzata. Nel caso specifico di suoli e terreni l'unità di misura è mg I-TEQ/kg.

Si sottolinea che nell'eseguire la somma pesata dei singoli congeneri si è scelto di non considerare il contributo di quei componenti che sono al di sotto del limite di rilevabilità strumentale. Infatti si è osservato che se per questi componenti si assumono valori di concentrazione uguali o pari alla metà del limite stesso, la somma finale potrebbe risultare non trascurabile, se confrontata con il limite di legge estremamente basso.

Anche i PCB possono essere espressi con diverse sommatorie: i PCB diossina simili (*dioxin like*), i PCB Marker e i PCB non diossina simili, espressi in peso o in tossicità equivalente. Nel presente studio questi tre gruppi di policlorobifenili sono stati sommati ed espressi con un unico valore.

Analogamente gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono espressi come sommatoria di diversi composti ma esistono CSC anche per i singoli congeneri.

Per l'elenco dettagliato dei vari composti ricercati si rimanda ai Rapporti di Prova di analisi dei campioni di suolo (Allegato 3).

Tutte le concentrazioni sono espresse rispetto alla sostanza secca.

5.1 Ulteriore documentazione di riferimento

Si è ritenuto utile, per una migliore interpretazione dei dati, fare riferimento a due documenti prodotti dall'UO Qualità del Suolo di ARPAV:

- **Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto (aggiornamento 2019)**

Il contenuto in metalli pesanti e metalloidi nel suolo è il risultato di fenomeni naturali, quali la presenza nei minerali delle rocce da cui si sono originati, e di fenomeni influenzati dall'uomo, come gli apporti dovuti all'uso di fertilizzanti in agricoltura.

In assenza di apporti antropici il tenore di elementi in traccia negli orizzonti di un suolo è il risultato dell'alterazione della roccia sottostante e dei sedimenti nel caso dei suoli di pianura, e della redistribuzione legata ai processi pedogenetici del suolo, processi lenti e continui che possono durare migliaia d'anni.

Al contrario la contaminazione antropica consiste in apporti il più delle volte discontinui e notevoli in rapporto alle quantità messe in gioco dai processi naturali.

Gli apporti arrivano al suolo generalmente dalla superficie e da lì, con modalità e velocità diverse a seconda del metallo e delle condizioni del suolo, si possono spostare negli orizzonti profondi e verso la falda acquifera.

Nel documento vengono proposti dei valori di metalli e metalloidi da considerare come riferimento del fondo esistente nei suoli del Veneto. L'area di indagine ricade nell'unità deposizionale definita nel volume ARPAV del Brenta.

In quest'area è stato dimostrato che l'arsenico e il berillio possono superare il limite di colonna A per cause di origine naturale e non antropica.

Nella seguente tabella si riportano i valori di fondo di metalli e metalloidi nei suoli oggetto dell'indagine.

Tabella 3. Valori di metalli e metalloidi da considerare come riferimento del fondo esistente nei suoli dell'area di Padova (Rif.: "Metalli e Metalloidi nei suoli del Veneto – A.R.P.A.V., 2019).

Metallo o metalloide	Sb	As	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Cu	Se	Sn	V	Zn
Valore di fondo (mg/kg)	2,0	46	2,1	0,93	16	63	0,51	38	56	110	0,36	6,3	84	143
Limite col. A, D.Lgs 152/2006	10	20	2	2	20	150	1	120	100	120	3	--	90	150

- **Diossine, furani, PCB e IPA nei suoli del Veneto (PRIMA RILEVAZIONE A SCALA REGIONALE 2010-2016):**

Il documento ha l'obiettivo di approfondire le conoscenze sul contenuto in diossine, furani, policlorobifenili e idrocarburi policiclici aromatici nei suoli del Veneto.

La conoscenza del contenuto medio degli inquinanti organici nei suoli può fornire utili indicazioni sul livello di inquinamento diffuso ed elementi per valutare eventuali rischi legati alla gestione dei suoli, sia agricoli che urbani. Proprio i suoli agricoli dovrebbero rappresentare un insieme particolarmente "integro" da impatti antropici diretti e puntuali e per tale motivo permettono di definire dei valori di riferimento con i quali confrontare situazioni sottoposte a maggior impatto (suoli urbani, zone industriali, aree nei pressi di inceneritori e/o cementifici, ecc.).

A differenza di quanto fatto per i metalli pesanti nei suoli, per i quali è stato definito in maniera univoca un valore di fondo, nel caso dei microinquinanti organici, e in particolare delle diossine, il numero di dati a disposizione e la complessità delle fonti di apporto di tali contaminanti al suolo non permettono l'applicazione dello stesso metodo.

Per una adeguata valutazione ambientale è importante poter distinguere una contaminazione dovuta ad una sorgente puntuale da quella legata ad un inquinamento atmosferico diffuso. A tale scopo sono state definite delle soglie di attenzione per i diversi contesti territoriali. Un

superamento di questi valori indica che nel sito investigato possono essere presenti una o più sorgenti puntuali di contaminazione o la sovrapposizione di più contaminazioni diffuse.

Le soglie possono ragionevolmente essere fatte coincidere con il 95° percentile dei dati osservati nelle diverse popolazioni, tenendo conto delle loro distribuzioni di frequenza. Tali soglie non sono riferibili a valori limite di rischio per la salute umana o per l'ambiente, ma rappresentano un valore di riferimento al di sopra del quale è utile procedere con alcuni approfondimenti.

Tabella 4. Soglie di attenzione per diossine e furani nei suoli con diversa destinazioni d'uso

Soglie di attenzione per diossine e furani (ng/kg I-TE) per le diverse destinazioni d'uso	
Suoli agricoli	1,1
Suoli in prossimità di fonderie	1,9
Suoli urbani	3,1
Suoli in prossimità di inceneritori	3,8

Tabella 5. Soglie di attenzione per i PCB nei suoli con diversa destinazione d'uso

Soglie di attenzione per i PCB (µg/kg) per le diverse destinazioni d'uso	
Suoli agricoli	4,0
Suoli in prossimità di fonderie	5,5
Suoli urbani	13,2
Suoli in area boscata o su pascolo	12,4

Per gli IPA non sono state definite delle specifiche soglie di attenzione nei diversi ambiti territoriali perché le concentrazioni sono risultate sempre estremamente basse; si è comunque deciso di fissare un valore di riferimento sulla base di tutti i dati analizzati. Un superamento di questo valore indica la probabile presenza di apporti di IPA significativi.

La soglia può ragionevolmente essere fatta coincidere con il 95° percentile dei dati rilevati, oppure in corrispondenza del punto di inflessione della distribuzione cumulata di frequenza.

Il 95° percentile della sommatoria degli IPA e quindi la soglia di attenzione, è pari a 0,25 mg/kg.

6. Risultati delle analisi

6.1 DIOSSINE E FURANI (PCDD/F)

I valori rilevati nel corso del 2021 non evidenziano scostamenti significativi rispetto agli anni precedenti (tabella 6). Si segnala il sito 4 con valori maggiori rispetto agli anni immediatamente precedenti ma comunque inferiori a quelli riscontrati nel 2014 e sempre nettamente inferiori ai valori di riferimento (3,1 ng/kg I-TE)

I valori si mantengono sempre al di sotto della concentrazione soglia di contaminazione (CSC) della colonna A, tabella 1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 (10 ng/kg I-TE) e sono in linea con il valore di riferimento nei suoli del Veneto per le aree urbane che è pari a 3,1 ng/kg I-TE; non è identificabile nessun trend di accumulo nel corso dei diversi anni di monitoraggio se non nel sito 2 dove, sebbene non significativo statisticamente si segnala un trend negativo (fig. 6).

Tabella 6 Risultati analisi– valore complessivo di PCDD/F in ng/kg I-TE.

PCDD/F (ng/kg I-TE)	Sito 1	Sito 2	Sito 3	Sito 4	Sito 5
2012	2,63	0,60	2,11	0,63	0,32
2013	2,91	1,48	2,66	0,91	0,40
2014	1,60	0,95	3,60	2,40	0,35
2015	3,50	0,93	1,86	1,16	0,39
2016	1,03 (sub1)	0,26	-	0,34	0,22
2017	2,09 (sub 1)	0,66	-	1,53	0,37

2018	0,66 (sub 1)	0,64	-	0,77	0,72
2019	1,48 (sub 1)	0,53	-	0,63	0,34
2020	0,69 (sub 1)	0,53	-	0,57	0,38
2021	1,22 (sub 1)	0,55	-	1,56	0,34

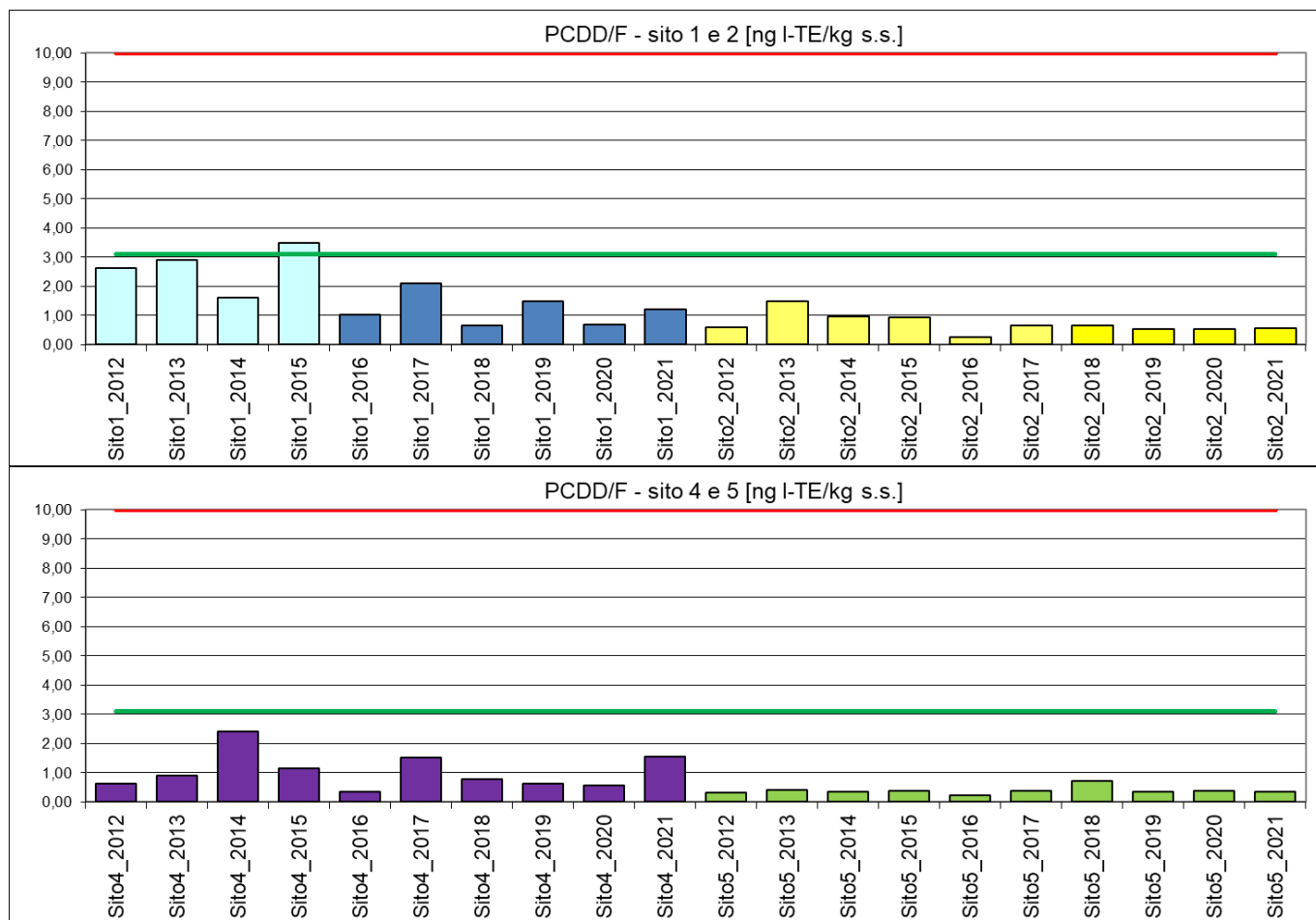


Figura 3. Andamento di diossine e furani negli anni indagati, espresso in ng I-TE/kg s.s

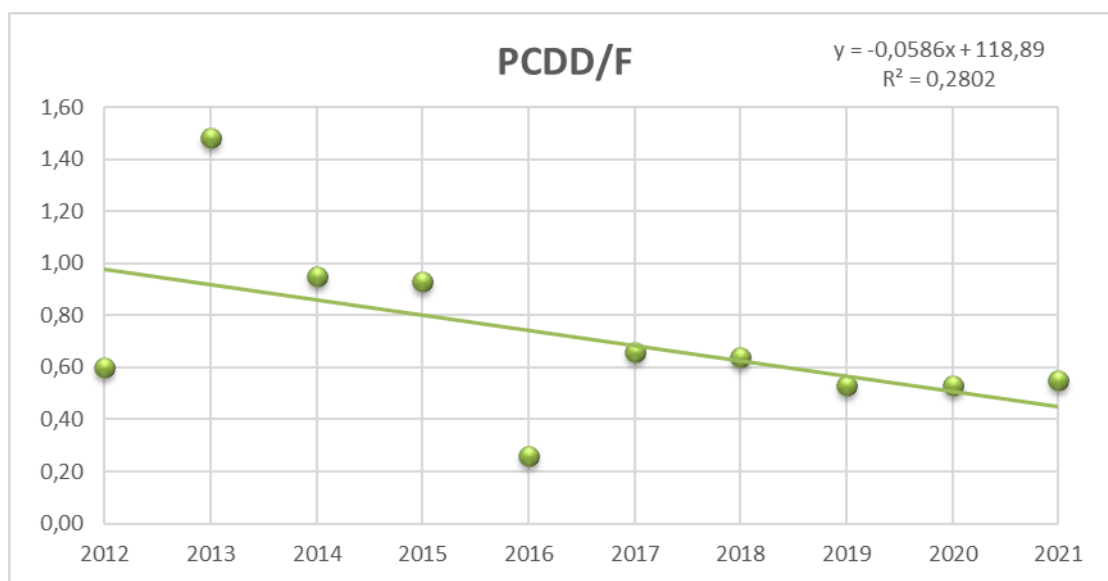


Figura 6. Andamento di diossine e furani nel sito 2.

6.2 PCB

I valori di PCB rilevati confermano sostanzialmente quanto determinato negli anni precedenti, con concentrazioni di gran lunga inferiori alla CSC di colonna A, tabella 1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 (60 µg/kg).

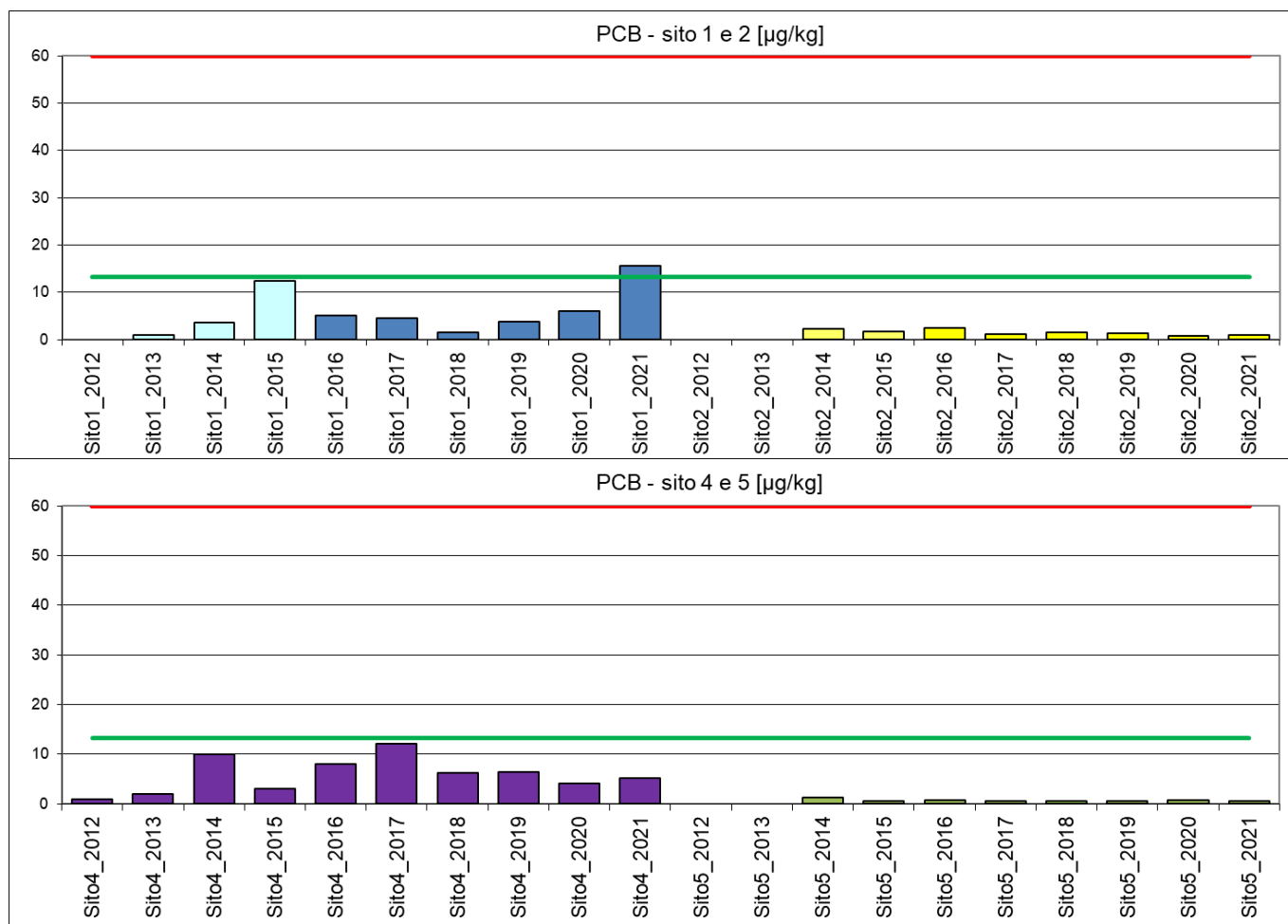
Nel 2021 il valore più elevato è stato riscontrato nel sito 1 con una concentrazione totale pari a 15,5 µg/kg, il valore più elevato riscontrato nel sito dall'inizio della campagna di monitoraggio. Questo valore evidenzia più che un trend in aumento le criticità del sito 1 per la presenza di materiale da demolizione sebbene sia stato ripеримetrato nel 2016 sulla sola sub-area 1.

Il valore è in linea con la soglia di riferimento definita per i suoli urbani del Veneto (13.2 µg/kg s.s.) mentre gli altri siti hanno concentrazioni nettamente inferiori.

Anche per i PCB non si evidenzia alcun trend di accumulo.

Tabella 7. Risultati analisi – valori complessivi PCB in µg/kg s.s.

Somma PCB (µg/kg s.s.)	Sito 1	Sito 2	Sito 3	Sito 4	Sito 5
2012	<1,0	<1,0	<1,0	1,0	<1,0
2013	1,0	<1,0	<1,0	2,0	<1,0
2014	3,5	2,3	5,0	10,0	1,3
2015	12,3	1,76	3,54	6,1	0,5
2016	5,0 (sub 1)	2,4	-	8,0	0,7
2017	4,6 (sub 1)	1,2	-	12,1	0,6
2018	1,5 (sub 1)	1,5	-	6,2	0,6
2019	3,8 (sub 1)	1,4	-	6,5	0,6
2020	6,0 (sub 1)	0,8	-	4,2	0,8
2021	15,5 (sub 1)	0,9	-	5,1	0,5



— Limite di legge considerato — Valore di fondo/Soglia attenzione considerata
Figura 7. Andamento dei policlorobifenili negli anni indagati, espresso in µg/kg s.s.

6.3 IPA

Nel 2021 tutti gli idrocarburi policiclici aromatici sono risultati al di sotto del limite di rilevabilità con l'eccezione del sito 1 con un valore della sommatoria pari a 0,65 mg/kg a fronte di un limite di legge di 10 mg/kg. L'andamento è conforme a quello degli anni precedenti dove, con l'esclusione del sito 1, tutti i campioni avevano concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità.

Tabella 8. Risultati analisi– valori complessivi di IPA in mg/kg (n.a.=inferiore al limite di rilevabilità per ogni elemento della somma)

Somma IPA (mg/kg)	Sito 1	Sito 2	Sito 3	Sito 4	Sito 5
2012	0,28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2013	0,03	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2014	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2015	0,23	0,51	n.a.	n.a.	n.a.
2016	0,35 (sub 1)	n.a.	-	n.a.	n.a.
2017	0,33 (sub 1)	n.a.	-	n.a.	n.a.
2018	0,13 (sub 1)	n.a.	-	n.a.	n.a.
2019	0,05 (sub 1)	n.a.	-	n.a.	n.a.
2020	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.
2021	0,64 (sub 1)	n.a.	-	n.a.	n.a.

Tabella 9. Risultati analisi anno 2021 – valori singoli IPA in mg/kg

IPA 2020 (mg/kg)	Sito 1	Sito 2	Sito 4	Sito 5
Benzo(a)antracene	0,09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pirene	0,09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluorantene	0,09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perilene	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(k)fluorantene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Crisene	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo(a,e)pirene	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Dibenzo(a,h)pirene	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Dibenzo(a,i)pirene	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Dibenzo(a,l)pirene	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Dibenzo(a,h)antracene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pirene	0,16	< 0,05	< 0,05	< 0,05

6.4 METALLI

Nelle tabelle 10, 11, 12 e 13 sono riportati i valori dei metalli nei suoli dei siti presi in esame per le dieci annualità del monitoraggio.

Nel 2021 si conferma quanto verificato negli anni precedenti, cioè l'assenza di un trend di accumulo; la variabilità tra un anno e l'altro è per lo più attribuibile all'incertezza strumentale e di campionamento.

Gli unici andamenti nel tempo che mostrano una significatività statistica sono solo nel sito 5 con andamento positivo per vanadio (aumento nel tempo) e negativa per il rame (diminuzione della concentrazione nel tempo). Andrà verificato nei prossimi anni la prosecuzione di questo trend.

Tabella 10. Metalli nel sito 1 fino al 2015 e nel sito 1 sub1 dal 2016 al 2021

ANNO		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Limite legge	Valore di fondo
Sb	mg/kg	1,2	<5	<5	<5	1,0	1,6	1,1	1,1	1,9	1,4	10	2
As	mg/kg	13	13	12	15	15	11	14	13	13	11	20	46
Be	mg/kg	0,7	0,7	0,6	1	0,56	<0,5	0,59	0,53	0,57	0,84	2	2,1
Cd	mg/kg	<0,5	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,50	<0,50	<0,50	2	0,93
Co	mg/kg	10	11	11	13	10	8,0	8,1	9,3	8,6	8,8	20	16
Cr	mg/kg	27	28	24	28	27	21	23	23	22	23	150	63
Hg	mg/kg	0,23	<1	<1	<1	0,21	0,16	0,13	0,17	0,07	0,16	1	0,51
Ni	mg/kg	21	26	25	29	23	19	18	21	20	19	120	38
Pb	mg/kg	52	69	51	116	41	61	35	57	38	87	100	56
Cu	mg/kg	311	418	210	185	84	100	85	120	89	91	120	110
Se	mg/kg	0,3	<3	<3	<3	0,2	0,3	<0,20	0,21	0,23	<0,50	3	0,36
Sn	mg/kg	4,4	3	3	/	3,1	5,9	5,8	4,8	5,2	6,5	-	6,3
V	mg/kg	32	34	29	30	29	27	30	32	29	41	90	84
Zn	mg/kg	140	158	140	196	110	130	100	130	110	120	150	143
Mn	mg/kg	-	-	-	-	470	450	420	480	450	430	-	890

Tabella 11. Metalli nel sito 2

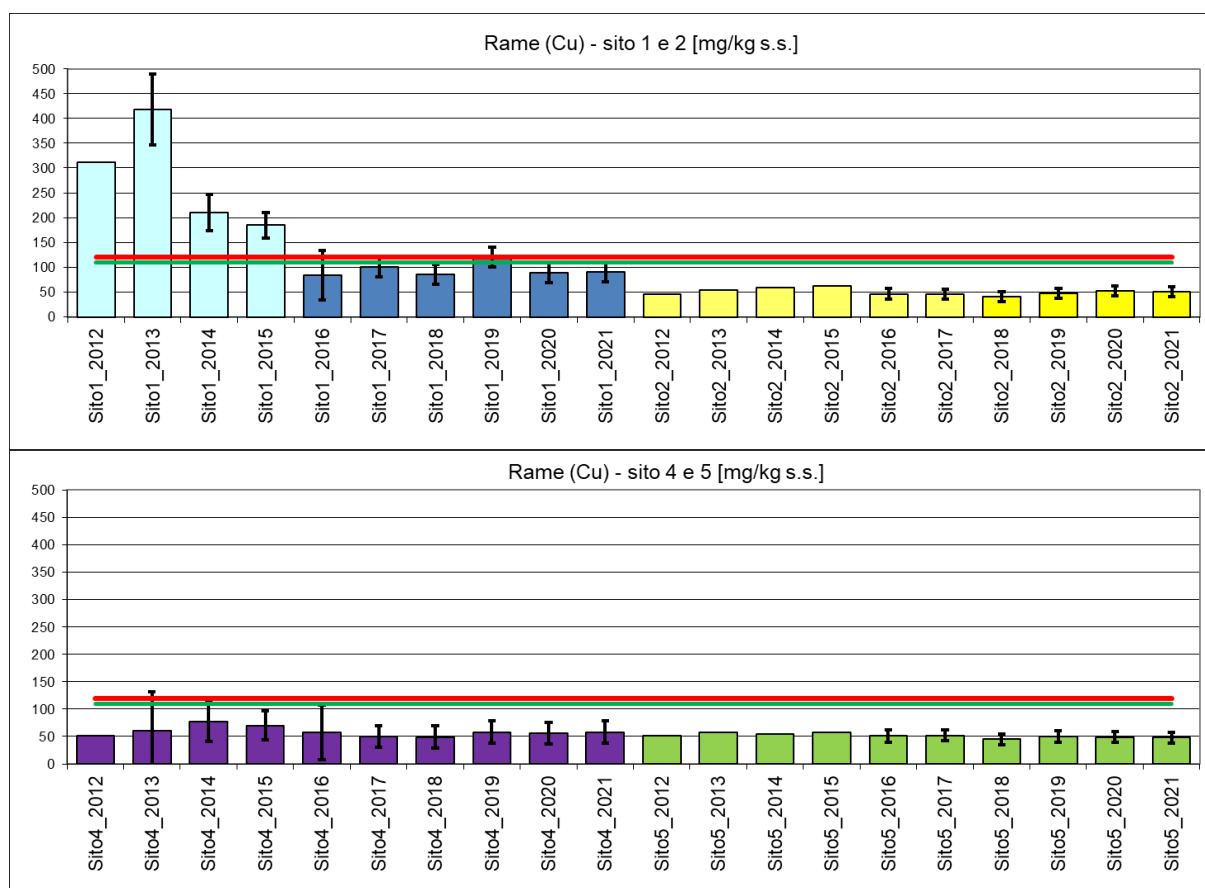
ANNO		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Limite legge	Valore di fondo
Sb	mg/kg	1,0	<5	<5	<5	1,2	1,0	0,99	0,94	0,94	1,1	10	2
As	mg/kg	19	18	18	20	21	18	19	19	19	19	20	46
Be	mg/kg	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,73	0,67	0,82	1,0	2	2,1
Cd	mg/kg	<0,5	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	0,93
Co	mg/kg	12	12	13	14	12	11	9,6	11	12	12	20	16
Cr	mg/kg	37	34	29	33	40	33	30	31	34	33	150	63
Hg	mg/kg	0,1	<1	<1	<1	0,1	0,1	0,08	0,09	0,05	0,11	1	0,51
Ni	mg/kg	24	31	32	34	30	27	24	27	28	29	120	38
Pb	mg/kg	32	38	41	44	33	33	26	31	33	34	100	56
Cu	mg/kg	45	64	59	62	46	46	41	48	53	50	120	110
Se	mg/kg	0,2	<3	<3	<3	0,3	0,2	<0,2	<0,2	0,24	<0,5	3	0,36
Sn	mg/kg	4,1	2	2	nd	3,3	2,8	4,1	2,9	3,9	3,9	-	6,3
V	mg/kg	43	45	34	38	44	39	39	42	49	54	90	84
Zn	mg/kg	125	102	122	161	130	140	120	130	130	140	150	143
Mn	mg/kg	-	-	-	-	550	630	500	560	590	600	-	890

Tabella 12. Metalli nel sito 4

ANNO		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Limite legge	Valore di fondo
Sb	mg/kg	0,9	<5	<5	<5	1,1	0,9	1,0	0,89	0,82	1,3	10	2
As	mg/kg	17	15	12	17	19	17	16	16	16	16	20	46
Be	mg/kg	0,9	0,7	0,6	1	0,8	0,7	0,62	0,6	0,69	0,85	2	2,1
Cd	mg/kg	<0,5	<1	<1	<1	<0,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	2	0,93
Co	mg/kg	9,5	9	8	10	9,7	8,6	7,0	8,7	8,8	9,2	20	16
Cr	mg/kg	28	23	21	20	30	24	21	22	24	21	150	63
Hg	mg/kg	0,1	<1	<1	<1	0,1	0,1	0,08	0,13	0,07	0,12	1	0,51
Ni	mg/kg	19	21	19	22	22	19	15	20	19	21	120	38
Pb	mg/kg	30	34	35	38	40	32	25	33	33	33	100	56
Cu	mg/kg	52	61	77	70	57	50	49	58	56	58	120	110
Se	mg/kg	0,2	<3	<3	<3	0,2	0,2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,50	3	0,36
Sn	mg/kg	3,9	2,0	2,0	/	3,9	3,3	4,1	3,5	3,9	4,1	-	6,3
V	mg/kg	36	30	26	25	35	32	28	34	37	41	90	84
Zn	mg/kg	102	102	107	112	100	120	99	120	110	130	150	143
Mn	mg/kg	-	-	-	-	430	450	370	430	440	450	-	890

Tabella 13. Metalli nel sito 5.

ANNO		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Limite legge	Valore di fondo
Sb	mg/kg	0,9	<5	<5	<5	1,0	0,9	0,91	0,96	0,85	0,84	10	2
As	mg/kg	16	14	13	16	18	16	16	16	16	16	20	46
Be	mg/kg	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,84	0,81	0,91	1,0	2	2,1
Cd	mg/kg	<0,5	<1	<1	<1	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	2	0,93
Co	mg/kg	12	13	13	13	13	12	10	12	12	13	20	16
Cr	mg/kg	38	34	35	32	45	39	37	42	41	37	150	63
Hg	mg/kg	0,33	<1	<1	<1	0,33	0,35	0,32	0,40	0,36	0,44	1	0,51
Ni	mg/kg	27	30	32	31	32	29	23	29	28	29	120	38
Pb	mg/kg	75	78	81	94	75	72	58	71	73	77	100	56
Cu	mg/kg	51	57	54	58	51	52	45	50	49	48	120	110
Se	mg/kg	0,2	<3	<3	<3	<0,2	0,2	<0,20	<0,20	0,27	<0,50	3	0,36
Sn	mg/kg	6,2	4,0	4,0	/	5,7	5,7	7,7	5,9	6,5	6,6	-	6,3
V	mg/kg	43	45	43	40	50	46	46	53	56	57	90	84
Zn	mg/kg	94	102	104	111	110	120	96	120	110	120	150	143
Mn	mg/kg	-	-	-	-	590	610	500	560	570	600	-	890



— Limite di legge considerato — Valore di fondo/Soglia attenzione considerata
 Figura 8. Andamento del Rame negli anni indagati, espresso in mg/kg

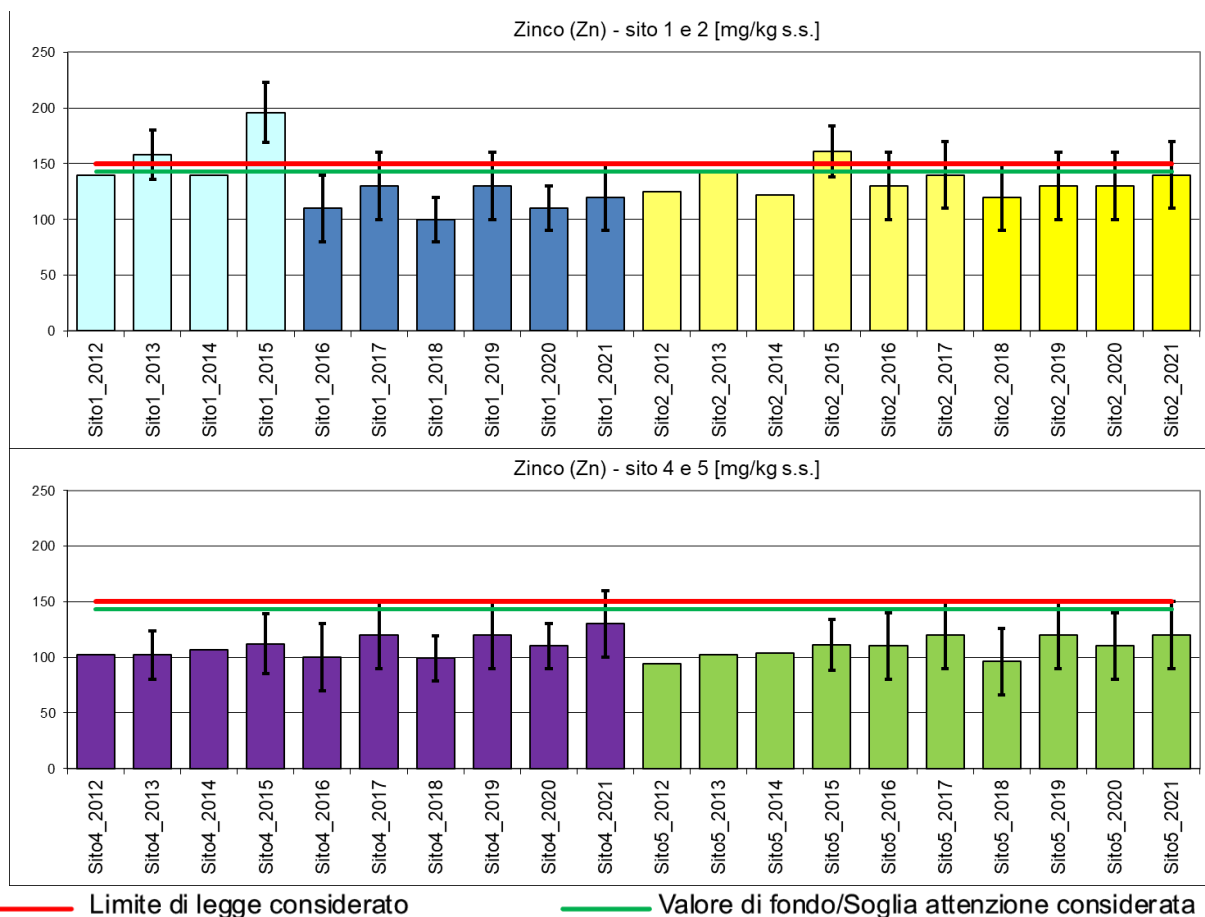


Figura 9. Andamento dello Zinco negli anni indagati, espresso in mg/kg

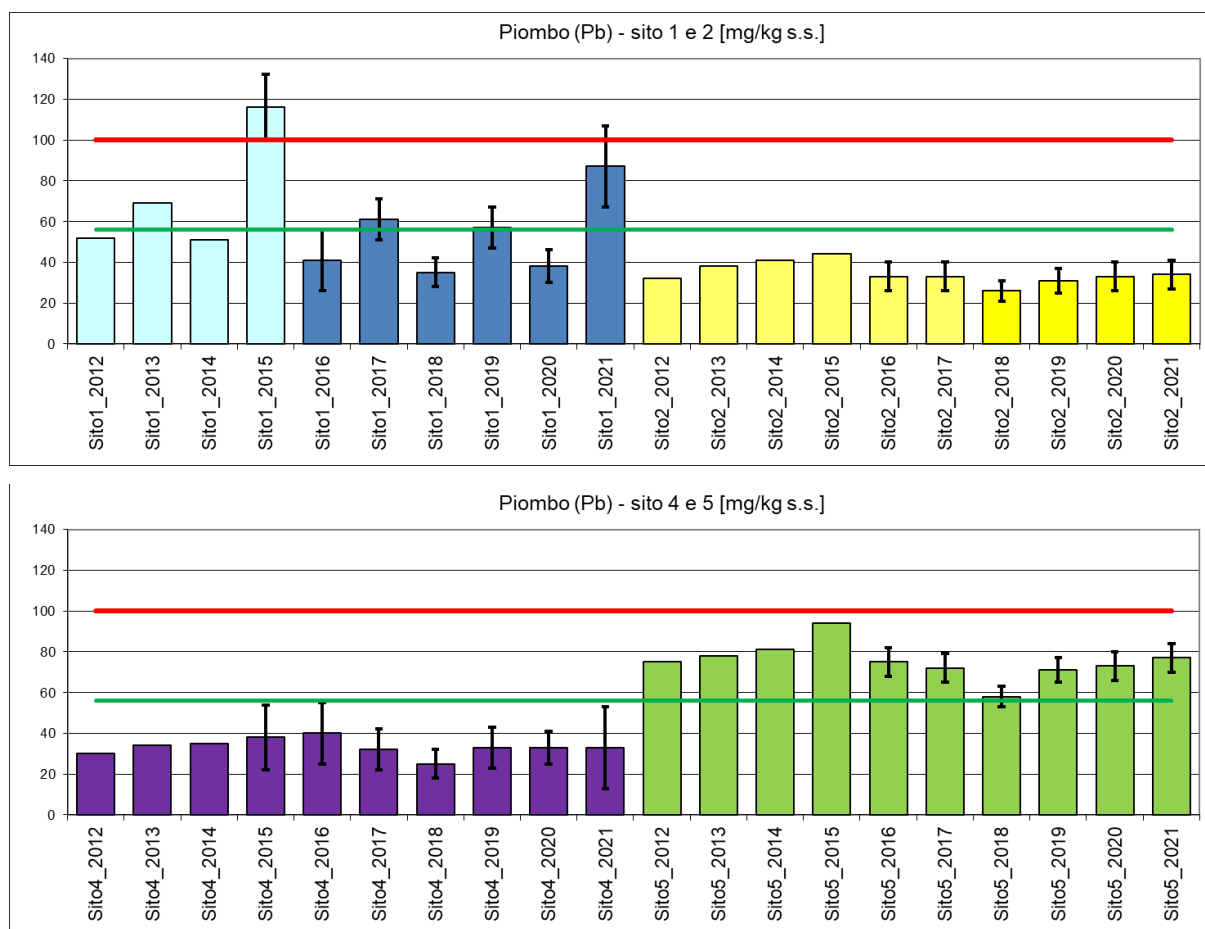


Figura 10. Andamento del Piombo negli anni indagati, espresso in mg/kg.

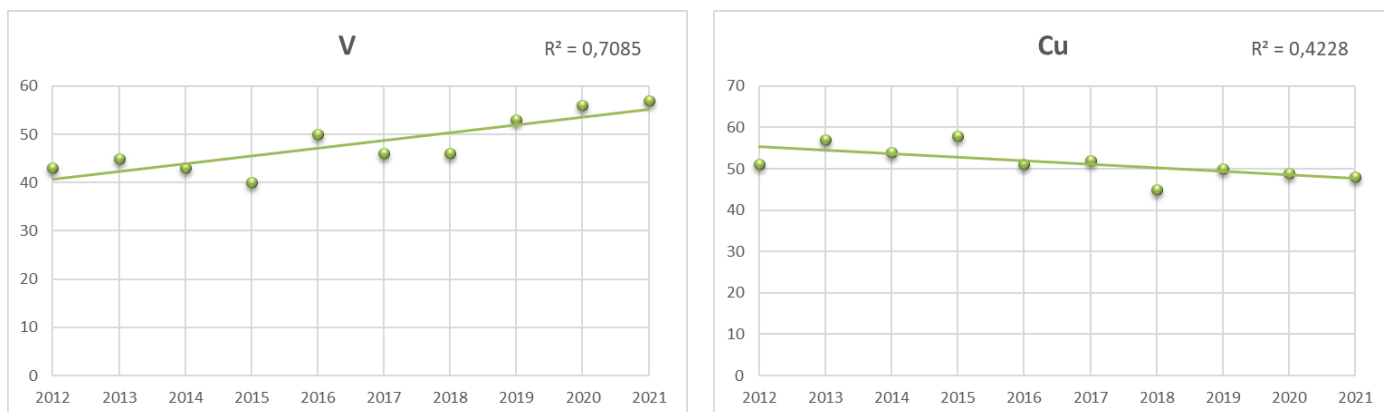
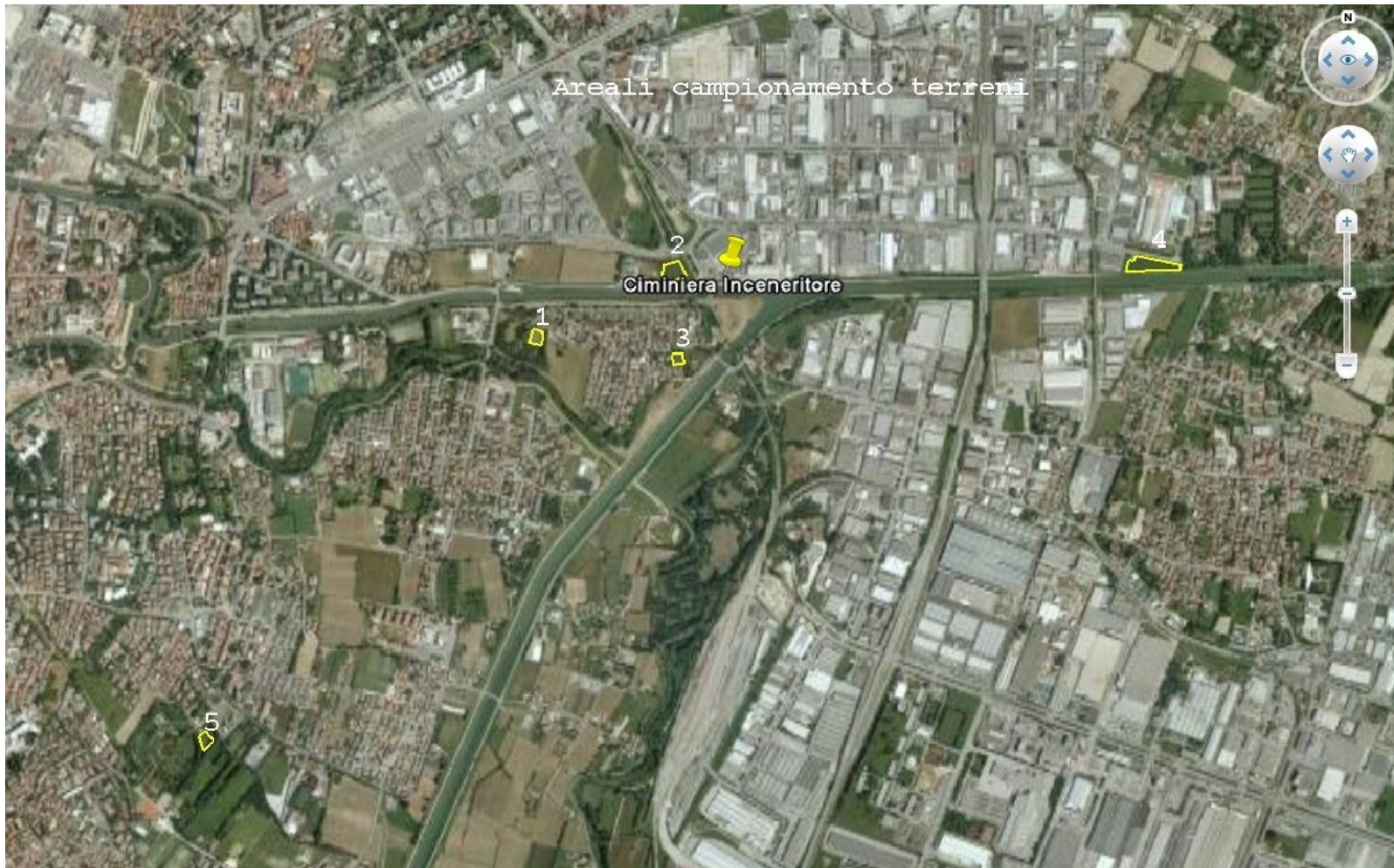


Figura 11. Andamento del vanadio (sx) e del rame (dx) nel sito 5 (mg/kg).

7. Conclusioni

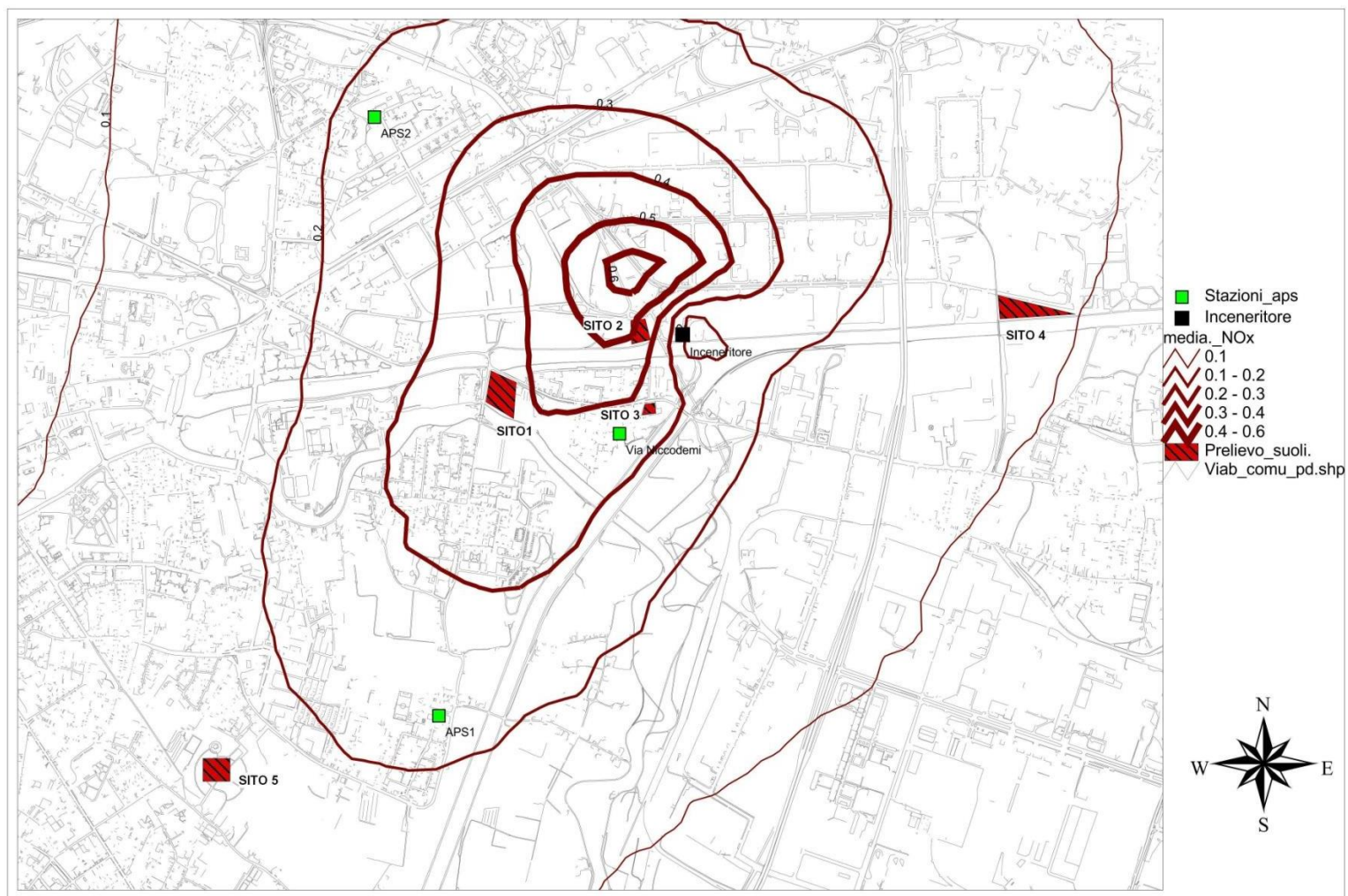
Il monitoraggio dei suoli, condotto nel 2021 è in linea con quelli degli anni precedenti e non mostra alcun evidente fenomeno di accumulo; i suoli mantengono concentrazioni dei parametri analizzati in linea con quelle degli anni precedenti. Unica eccezione il vanadio nel sito 5 che mostra lievi incrementi statisticamente significativi ma contemporaneamente il rame nello stesso sito mostra andamento decrescente. Nel sito 2, quello più prossimo al termovalorizzatore la concentrazione di diossina mostra andamento decrescente sebbene non statisticamente significativo.

Allegato 1 – Planimetria con ubicazione dei siti di prelievo



Planimetria con ubicazione dei siti di prelievo

Allegato 2 – Planimetria con isolinee del modello di ricaduta



Planimetria con isolinee di concentrazione della media annuale di NOx derivate dalla modellazione delle ricadute.

Allegato 3 – Rapporti analisi 2021

Rapporto di prova n. 836081/2021 – Sito 1

Rapporto di prova n. 836083/2021 – Sito 2

Rapporto di prova n. 836084/2021 – Sito 4

Rapporto di prova n. 836086/2021 – Sito 5



ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35131 Padova
e-mail urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it