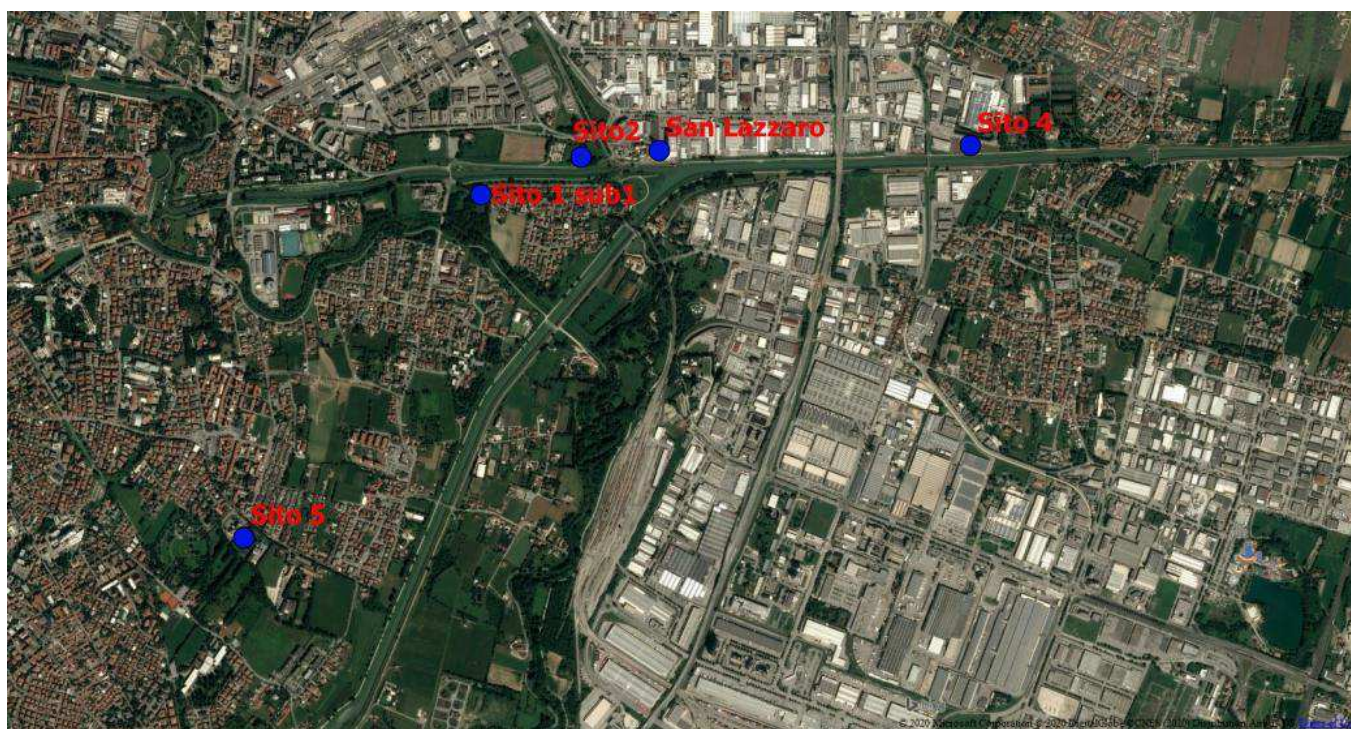


**Accordo volontario per il monitoraggio delle ricadute dell'impianto di  
termovalorizzazione di San Lazzaro, Padova**

# Monitoraggio dei suoli

## Anno 2020



Attività svolta dal **Dipartimento Provinciale di Padova**

con la collaborazione delle seguenti strutture ARPAV:

**Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente - UO Qualità del Suolo**

**Dipartimento Regionale Laboratori**

Maggio 2021

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.....	5
2. Caratterizzazione dei siti e tempistiche di realizzazione.....	5
3. Metodologia di campionamento.....	8
4. Inquinanti monitorati .....	8
5. Normativa di riferimento.....	9
5.1 Ulteriore documentazione di riferimento .....	12
6. Risultati delle analisi .....	14
6.1 DIOSSINE E FURANI (PCDD/F) .....	14
6.2 PCB .....	15
6.3 IPA.....	16
6.4 METALLI.....	17
7. Conclusioni.....	20
Allegato 1 – Planimetria con ubicazione dei siti di prelievo .....	21
Allegato 2 – Planimetria con isolinee del modello di ricaduta.....	22
Allegato 3 – Rapporti analisi 2019 .....	23

## ELENCO DELLE FIGURE

<i>Figura 1. Posizione sito n.1 .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2. Posizione sito n.2 .....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Posizione sito n.4 .....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Posizione sito n.5 .....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 5. Andamento di diossine e furani negli anni indagati, espresso in ng I-TE/kg s.s .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6. Andamento dei policlorobifenili negli anni indagati, espresso in µg/kg s.s.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 7. Andamento del Rame negli anni indagati, espresso in mg/kg s.s.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8. Andamento dello Zinco negli anni indagati, espresso in mg/kg s.s.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9. Andamento del Piombo negli anni indagati, espresso in mg/kg s.s. ....</i>	<i>20</i>

## ELENCO DELLE TABELLE

<i>Tabella 1. Concentrazioni soglia di contaminazione(CSC) previste dal D. Lgs. 152/2006, colonna A, Allegato 5, Parte IV.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 2. Fattori di tossicità equivalente I-TE e WHO-TE per diossine e furani.....</i>	<i>11</i>
<i>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). ....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 4. Soglie di attenzione per diossine e furani nei suoli con diversa destinazioni d'uso .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 5. Soglie di attenzione per i PCB nei suoli con diversa destinazione d'uso.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 6 Risultati analisi– valore complessivo di PCDD/F in ng/kg TE-ITE.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 7. Risultati analisi – valori complessivi PCB in µg/kg s.s.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 8. Risultati analisi– valori complessivi di IPA in mg/kg (n.a.=inferiore limite rilevabilità per ogni elemento della somma) .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 9. Risultati analisi anno 2020 – valori singoli IPA in mg/kg.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 10. Metalli nel sito 1 fino al 2015 e nel sito 1 sub1 a partire dal 2016 .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 11. Metalli nel sito 2.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 12. Metalli nel sito 4 .....</i>	<i>18</i>
<i>Tabella 13. Metalli nel sito 5. ....</i>	<i>18</i>

## **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 2020, 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

I prelievi sono stati eseguiti in corrispondenza di quattro aree identificate, aventi specifiche caratteristiche, in modo da avere dei risultati sempre riferibili al medesimo sito di prelievo. Una quinta area è stata controllata fino al 2015 (sito 3), poi non essendo più accessibile è stata esclusa dal monitoraggio.

Tali aree sono state identificate sulla base dei seguenti criteri:

- 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 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;
- 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.

A partire dal 2016 è stata cambiata la delimitazione dell'area del sito 1, dopo che si è scoperto che nell'area era presente un edificio residenziale demolito. Il campionamento è stato ristretto all'area "sub1", area non interessata dalla presenza dei materiali derivanti dalla demolizione del vecchio

edificio.

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.



*Figura 1. Posizione sito n.1*

**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).

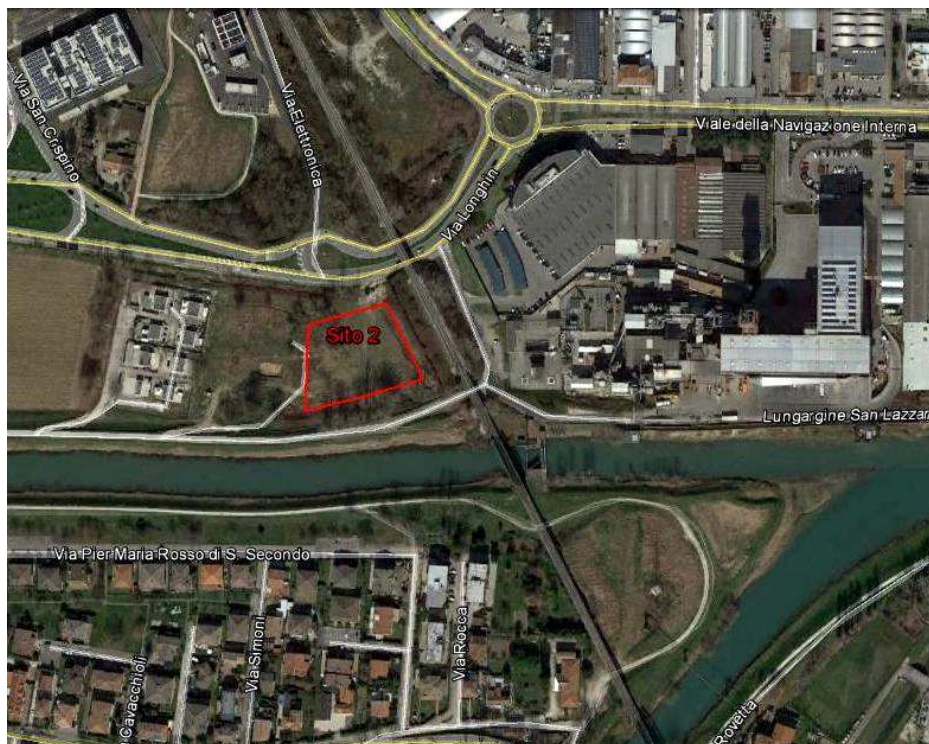


Figura 2. Posizione sito n.2

**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).



Figura 3. Posizione sito n.4

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



Figura 4. Posizione sito n.5

### **3. Metodologia di campionamento**

Per il prelievo dei terreni, all'interno di ciascun sito, si è operato in questo modo:

- 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, ad es., industrie chimiche, metallurgiche e di trasformazione del petrolio, incenerimento dei rifiuti, impianti di riscaldamento domestico, traffico veicolare ecc.) 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, diffusi in tutto il mondo e 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 ed una considerevole vita media. Possono determinare un inquinamento persistente, pressoché ubiquitario ed 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, in presenza 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 sia agricoli che urbani.

## **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 e s.m.i, 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 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.

	Colonna A
	<b>Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale</b>
	mg/kg espressi come ss
<b>Composti inorganici</b>	
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
<b>Aromatici policiclici (IPA)</b>	
Sommatoria policiclici aromatici	10
<b>Diossine e Furani</b>	
Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)	$1 \times 10^{-5}$
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 s.s.).

Le diossine e i furani generalmente non vengono rilevati nelle diverse matrici come singoli composti, ma come 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 PCDD/PCDF sono composti strutturalmente simili che presentano il medesimo meccanismo di azione (attivazione del recettore Ah) e producono effetti tossici simili.

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 s.s.

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 del suolo (Allegato 3).

## **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 altri che sono 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 del Brenta così come definita nel volume ARPAV.

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 applicabili ai suoli

oggetto dell'indagine che ricadono nell'unità deposizionale del Brenta.

*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 legato alla naturale presenza di questi elementi nel suolo, 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

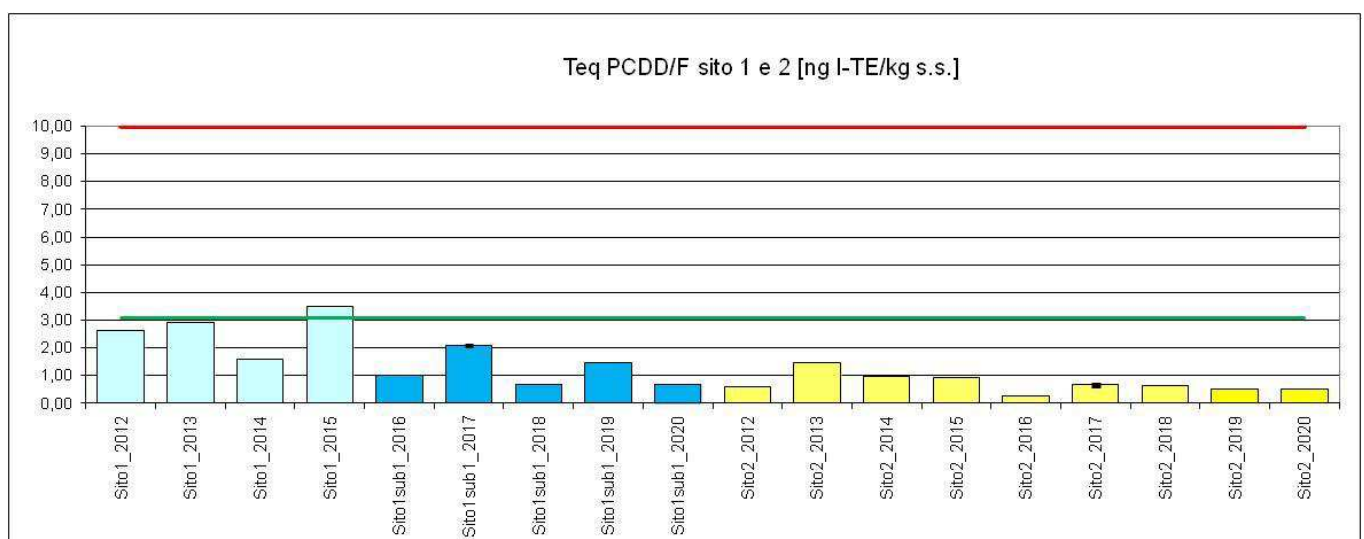
### 6.1 DIOSSINE E FURANI (PCDD/F)

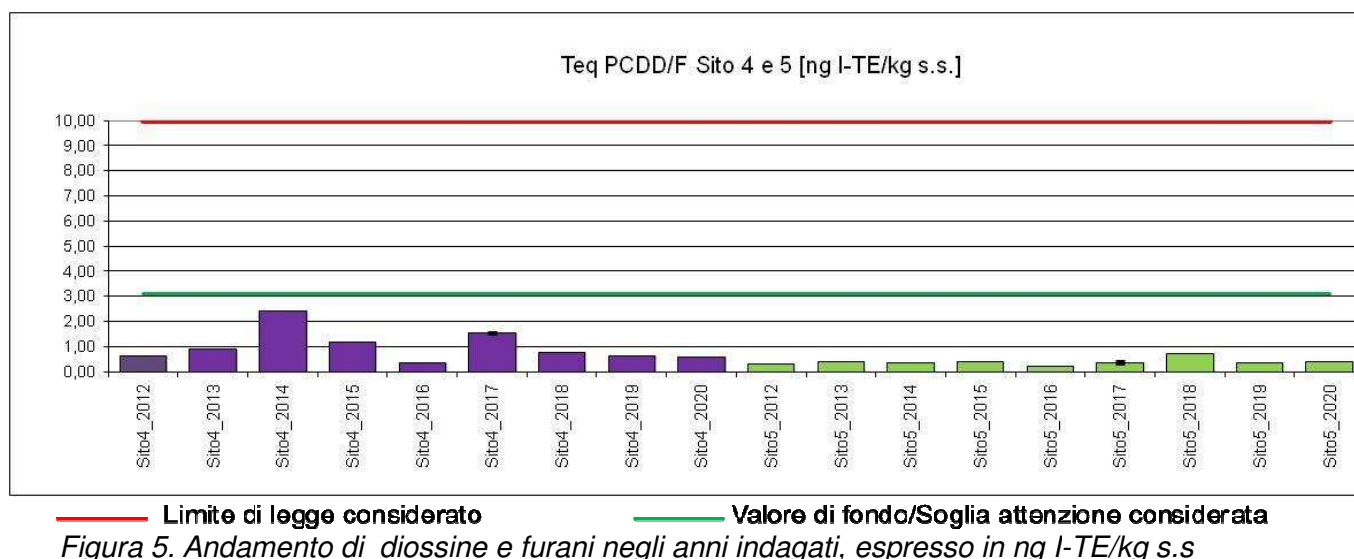
I valori rilevati nel corso del 2020 non evidenziano scostamenti significativi rispetto agli anni precedenti (tabella 6).

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 e s.m.i, (10 ng/kg ss 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.

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

PCDD/F (ng/kg s.s. 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 (sub1)	0,53	-	0,63	0,34
2020	0.69 (sub1)	0,53	-	0,57	0,38





## 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 e s.m.i (60 µg/kg ss).

Nel 2020 il valore più elevato è stato riscontrato nel sito 1 con una concentrazione totale pari a 6,0 µg/kg s.s..

Questo valore è inferiore a quello di riferimento per i suoli urbani del Veneto (13.2 µg/kg s.s.). Anche per i PCB non si evidenzia alcun trend specifico 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 (sub1)	0,8	-	4,2	0,8

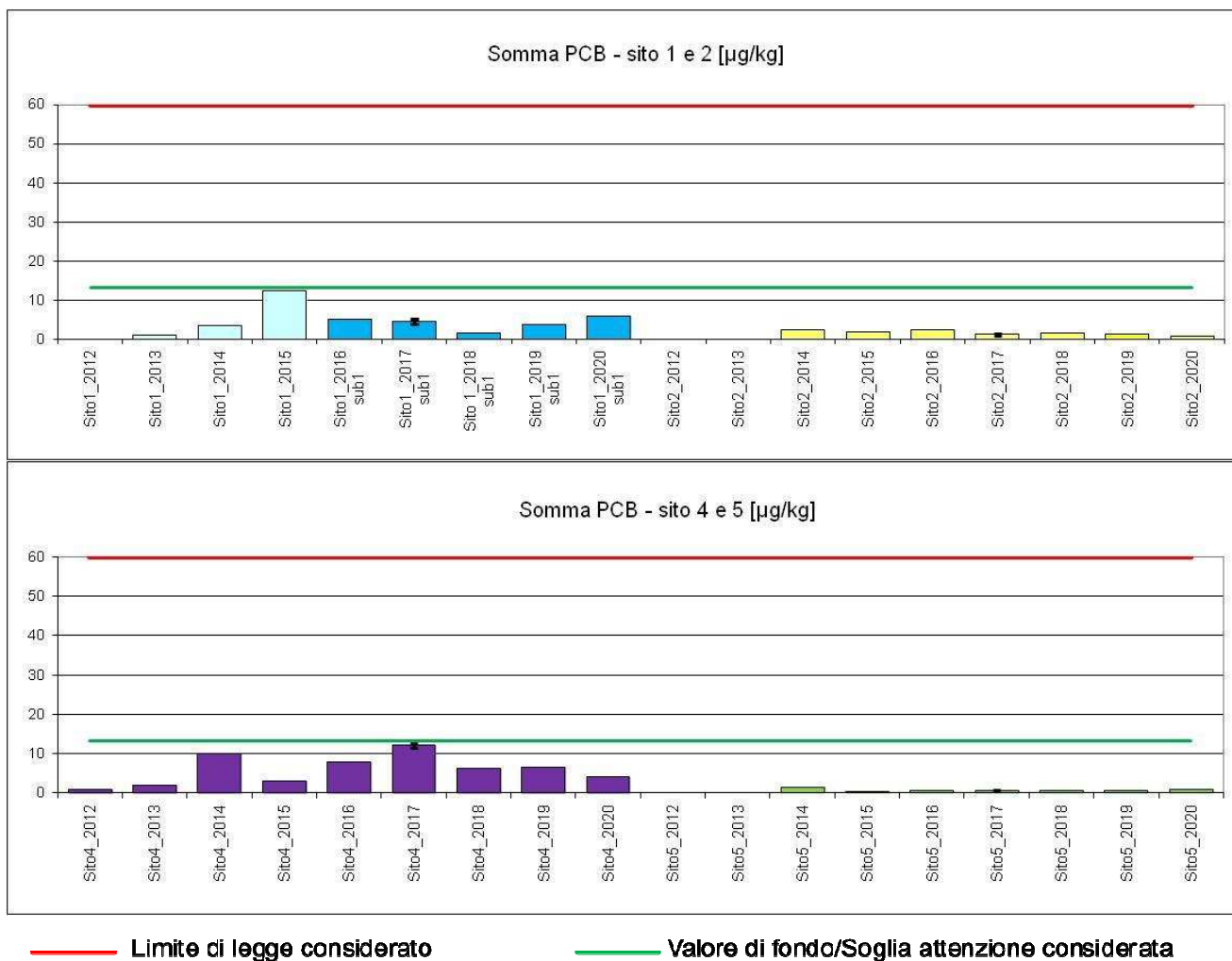


Figura 6. Andamento dei policlorobifenili negli anni indagati, espresso in µg/kg s.s.

### 6.3 IPA

Nel 2020 tutti gli idrocarburi policiclici aromatici sono risultati al di sotto del limite di rilevabilità. 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.

Anche gli IPA si mantengono comunque sempre ben al di sotto della CSC di colonna A, tabella 1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i (10 mg/kg s.s.).

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

Somma IPA (mg/kg s.s.)	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.



Tabella 9. Risultati analisi anno 2020 – valori singoli IPA in mg/kg

IPA 2020 (mg/kg s.s.)	Sito 1	Sito 2	Sito 4	Sito 5
Benzo(a)antracene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pirene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluorantene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perilene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(k)fluorantene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Crisene	< 0,05	< 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	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pirene	< 0,05	< 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.

Nel 2020 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 da attribuire all'incertezza strumentale e di campionamento.

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

ANNO		SITO1										Limite legge	Valore di fondo
		2012	2013	2014	2015	2016 sub1	2017 sub1	2018 sub1	2019 sub1	2020 sub1			
Sb	mg/Kg s.s.	1,2	<5	<5	<5	1,0	1,6	1,1 ±0,3	1,1 ±0,3	1,9±0,5	10	2	
As	mg/Kg s.s.	13	13	12	15	15	11	14 ±3	13 ±3	13 ±3	20	46	
Be	mg/Kg s.s.	0,7	0,7	0,6	1	0,56	<0,5	0,59 ±0,2	0,53 ±0,2	0,57 ±0,2	2	2,1	
Cd	mg/Kg s.s.	<0,5	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,50	<0,50	2	0,93	
Co	mg/Kg s.s.	10	11	11	13	10	8,0	8,1 ±2	9,3 ±2	8,6±2	20	16	
Cr	mg/Kg s.s.	27	28	24	28	27	21	23 ±7	23 ±7	22 ±7	150	63	
Hg	mg/Kg s.s.	0,23	<1	<1	<1	0,21	0,16	0,13 ±0,03	0,17	0,07±0,01	1	0,51	
Ni	mg/Kg s.s.	21	26	25	29	23	19	18 ±5	21 ±5	20 ±5	120	38	
Pb	mg/Kg s.s.	52	69	51	<b>116</b>	41	61	35 ±7	57 ±10	38 ±8	100	56	
Cu	mg/Kg s.s.	<b>311</b>	<b>418</b>	<b>210</b>	<b>185</b>	84	100	85 ±20	120 ±20	89±20	120	110	
Se	mg/Kg s.s.	0,3	<3	<3	<3	0,2	0,3	< 0,20	0,21	0,23	3	0,36	
Sn	mg/Kg s.s.	4,4	3	3	/	3,1	5,9	5,8	4,8	5,2	-	6,3	
V	mg/Kg s.s.	32	34	29	30	29	27	30 ±8	32 ±8	29 ±7	90	84	
Zn	mg/Kg s.s.	140	<b>158</b>	140	<b>196</b>	110	130	100 ±20	130 ±30	110 ±20	150	143	
Mn	mg/Kg s.s.	-	-	-	-	470	450	420 ±80	480 ±100	450 ±90	-	890	

Tabella 11. Metalli nel sito 2

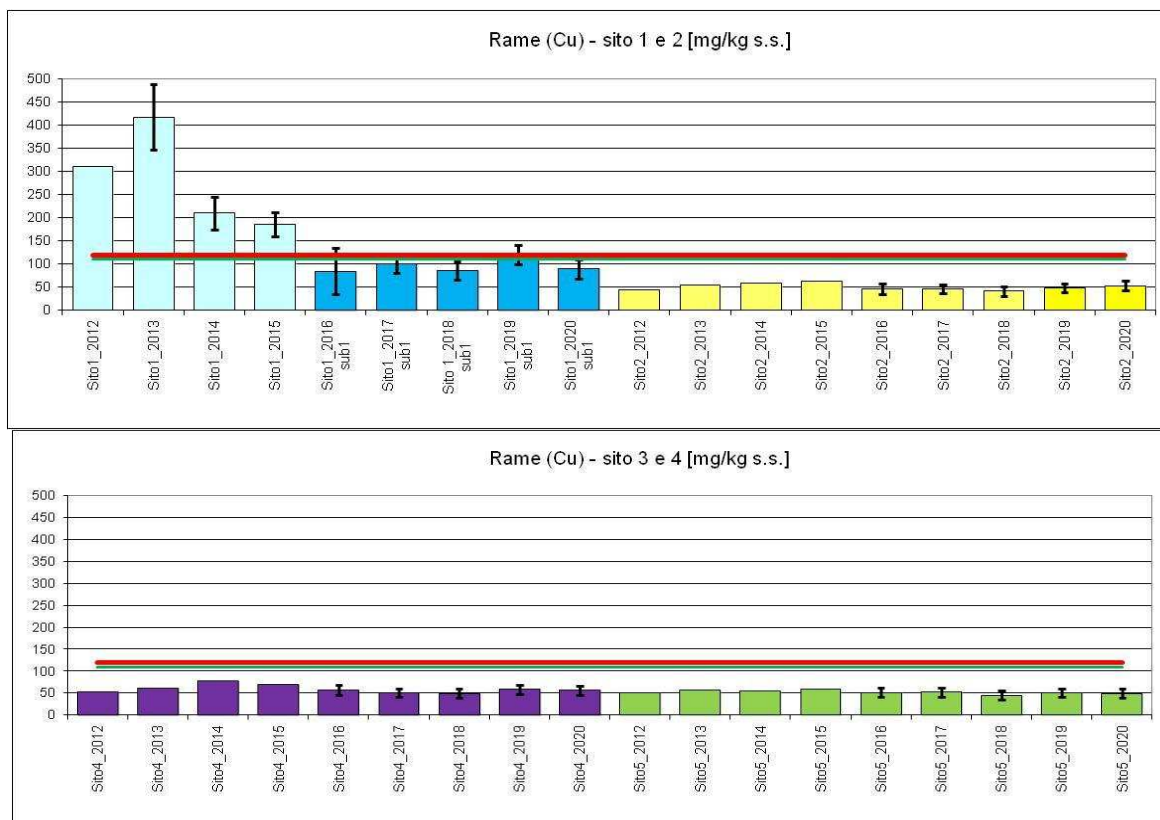
		SITO2										Limite legge	Valore di fondo
ANNO		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
Sb	mg/Kg s.s.	1,0	<5	<5	<5	1,2	1,0	0,99 ±0,2	0,94 ±0,2	0,94 ±0,2	10	2	
As	mg/Kg s.s.	19	18	18	20	21	18	19 ±4	19 ±4	19 ±4	20	46	
Be	mg/Kg s.s.	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,73 ±0,2	0,67 ±0,2	0,82 ±0,2	2	2,1	
Cd	mg/Kg s.s.	<0,5	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	2	0,93	
Co	mg/Kg s.s.	12	12	13	14	12	11	9,6 ±2	11 ±2	12 ±2	20	16	
Cr	mg/Kg s.s.	37	34	29	33	40	33	30 ±9	31 ±9	34 ±10	150	63	
Hg	mg/Kg s.s.	0,1	<1	<1	<1	0,1	0,1	0,08 ±0,02	0,09	0,05±0,01	1	0,51	
Ni	mg/Kg s.s.	24	31	32	34	30	27	24 ±6	27 ±7	28 ±7	120	38	
Pb	mg/Kg s.s.	32	38	41	44	33	33	26 ±5	31 ±6	33 ±7	100	56	
Cu	mg/Kg s.s.	45	64	59	62	46	46	41 ±10	48 ±10	53 ±10	120	110	
Se	mg/Kg s.s.	0,2	<3	<3	<3	0,3	0,2	<0,2	< 0,20	0,24	3	0,36	
Sn	mg/Kg s.s.	4,1	2	2	nd	3,3	2,8	4,1	2,9	3,9	-	6,3	
V	mg/Kg s.s.	43	45	34	38	44	39	39 ±10	42 ±10	49 ±10	90	84	
Zn	mg/Kg s.s.	125	102	122	161	130	140	120 ±30	130 ±30	130 ±30	150	143	
Mn	mg/Kg s.s.	-	-	-	-	550	630	500 ±100	560 ±80	590 ±90	-	890	

Tabella 12. Metalli nel sito 4

		SITO4										Limite legge	Valore di fondo
ANNO		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
Sb	mg/Kg s.s.	0,9	<5	<5	<5	1,1	0,9	1,0 ±0,3	0,89 ±0,2	0,82 ±0,2	10	2	
As	mg/Kg s.s.	17	15	12	17	19	17	16 ±3	16 ±3	16 ±3	20	46	
Be	mg/Kg s.s.	0,9	0,7	0,6	1	0,8	0,7	0,62 ±0,2	0,6 ±0,2	0,69 ±0,2	2	2,1	
Cd	mg/Kg s.s.	<0,5	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	0,93	
Co	mg/Kg s.s.	9,5	9	8	10	9,7	8,6	7,0 ±1	8,7 ±2	8,8 ±2	20	16	
Cr	mg/Kg s.s.	28	23	21	20	30	24	21 ±6	22 ±7	24 ±7	150	63	
Hg	mg/Kg s.s.	0,1	<1	<1	<1	0,1	0,1	0,08 ±0,02	0,13	0,07±0,01	1	0,51	
Ni	mg/Kg s.s.	19	21	19	22	22	19	15 ±4	20 ±5	19 ±5	120	38	
Pb	mg/Kg s.s.	30	34	35	38	40	32	25 ±5	33 ±7	33 ±7	100	56	
Cu	mg/Kg s.s.	52	61	77	70	57	50	49 ±10	58 ±10	56 ±10	120	110	
Se	mg/Kg s.s.	0,2	<3	<3	<3	0,2	0,2	<0,2	< 0,20	< 0,20	3	0,36	
Sn	mg/Kg s.s.	3,9	2,0	2,0	/	3,9	3,3	4,1	3,5	3,9	-	6,3	
V	mg/Kg s.s.	36	30	26	25	35	32	28 ±7	34 ±9	37 ±9	90	84	
Zn	mg/Kg s.s.	102	102	107	112	100	120	99 ±20	120 ±30	110 ±20	150	143	
Mn	mg/Kg s.s.	-	-	-	-	430	450	370 ±70	430 ±90	440 ±90	-	890	

Tabella 13. Metalli nel sito 5.

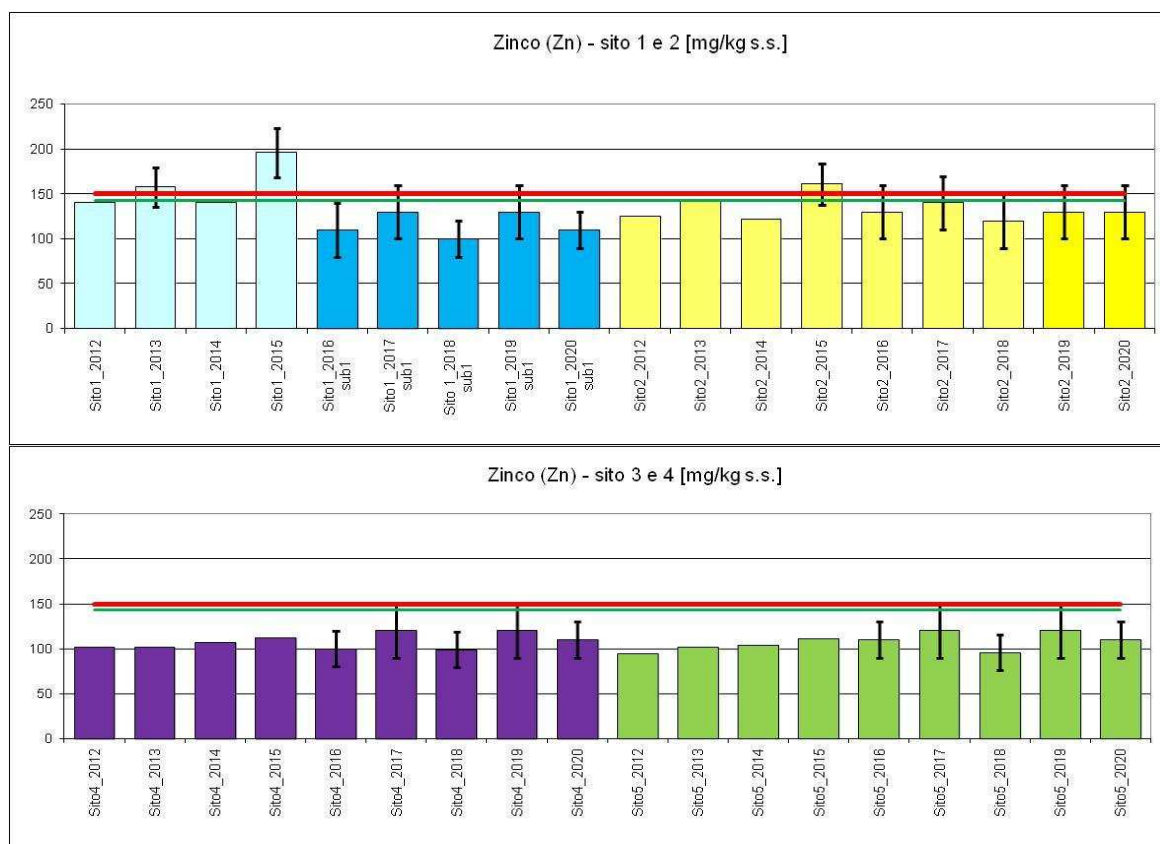
		SITO5										Limite legge	Valore di fondo
ANNO		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
Sb	mg/Kg s.s.	0,9	<5	<5	<5	1,0	0,9	0,91 ±0,2	0,96 ±0,2	0,85 ±0,2	10	2	
As	mg/Kg s.s.	16	14	13	16	18	16	16 ±3	16 ±3	16 ±3	20	46	
Be	mg/Kg s.s.	1,0	1,0	0,9	1	0,9	0,8	0,84 ±0,3	0,81 ±0,2	0,91 ±0,3	2	2,1	
Cd	mg/Kg s.s.	<0,5	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,50	< 0,50	2	0,93	
Co	mg/Kg s.s.	12	13	13	13	13	12	10 ±2	12 ±2	12 ±2	20	16	
Cr	mg/Kg s.s.	38	34	35	32	45	39	37 ±10	42 ±10	41 ±10	150	63	
Hg	mg/Kg s.s.	0,33	<1	<1	<1	0,33	0,35	0,32 ±0,06	0,40	0,3 ±0,06	1	0,51	
Ni	mg/Kg s.s.	27	30	32	31	32	29	23 ±6	29 ±7	28 ±7	120	38	
Pb	mg/Kg s.s.	75	78	81	94	75	72	58 ±10	71 ±10	73 ±10	100	56	
Cu	mg/Kg s.s.	51	57	54	58	51	52	45 ±10	50 ±10	49 ±10	120	110	
Se	mg/Kg s.s.	0,2	<3	<3	<3	<0,2	0,2	<0,20	< 0,20	0,27	3	0,36	
Sn	mg/Kg s.s.	6,2	4,0	4,0	/	5,7	5,7	7,7	5,9	6,5	-	6,3	
V	mg/Kg s.s.	43	45	43	40	50	46	46 ±10	53 ±10	56 ±10	90	84	
Zn	mg/Kg s.s.	94	102	104	111	110	120	96 ±20	120 ±30	110 ±20	150	143	
Mn	mg/Kg s.s.	-	-	-	-	590	610	500 ±100	560 ±80	570 ±90	-	890	



— Limite di legge considerato

— Valore di fondo/Soglia attenzione considerata

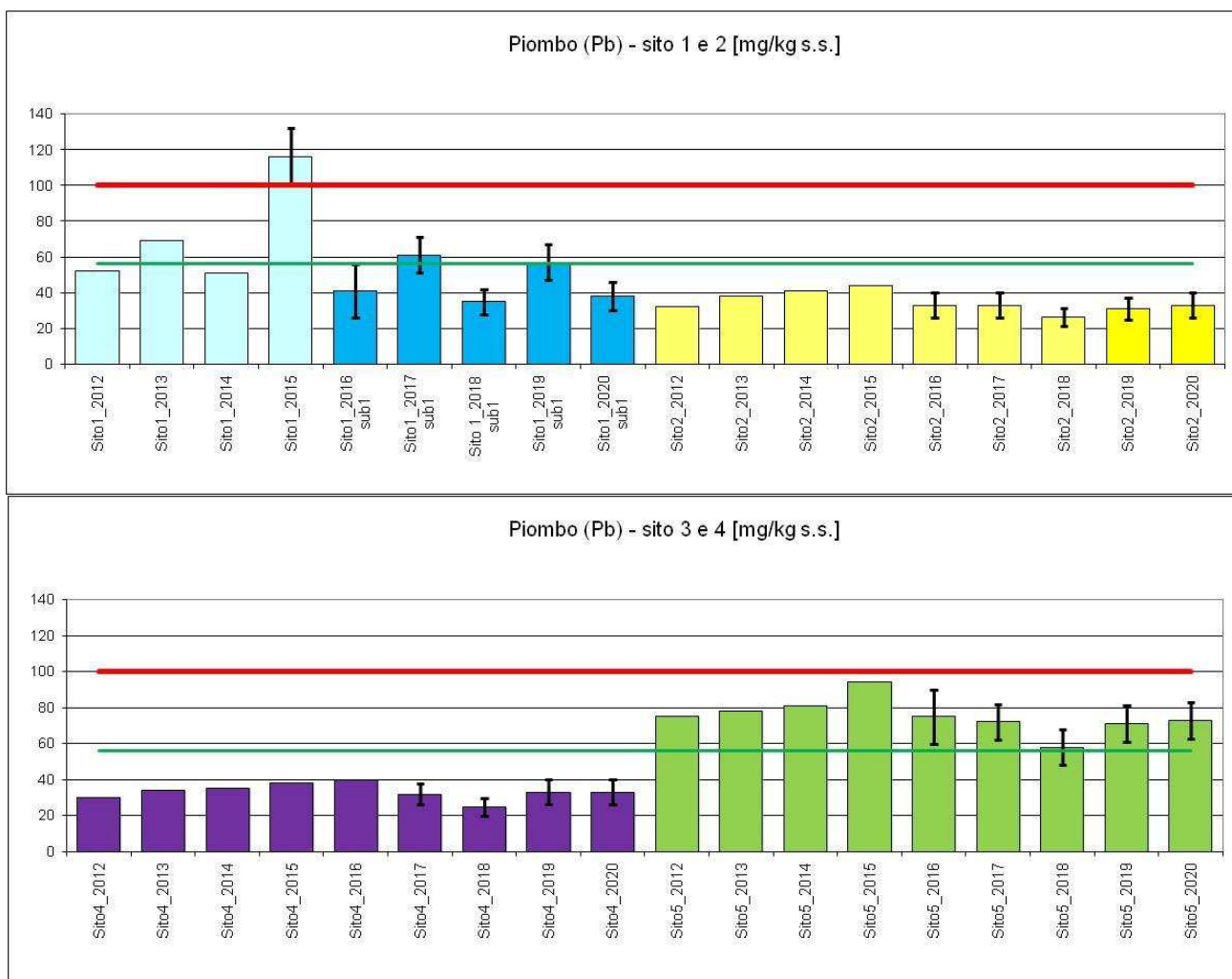
Figura 7. Andamento del Rame negli anni indagati, espresso in mg/kg s.s.



— Limite di legge considerato

— Valore di fondo/Soglia attenzione considerata

Figura 8. Andamento dello Zinco negli anni indagati, espresso in mg/kg s.s.



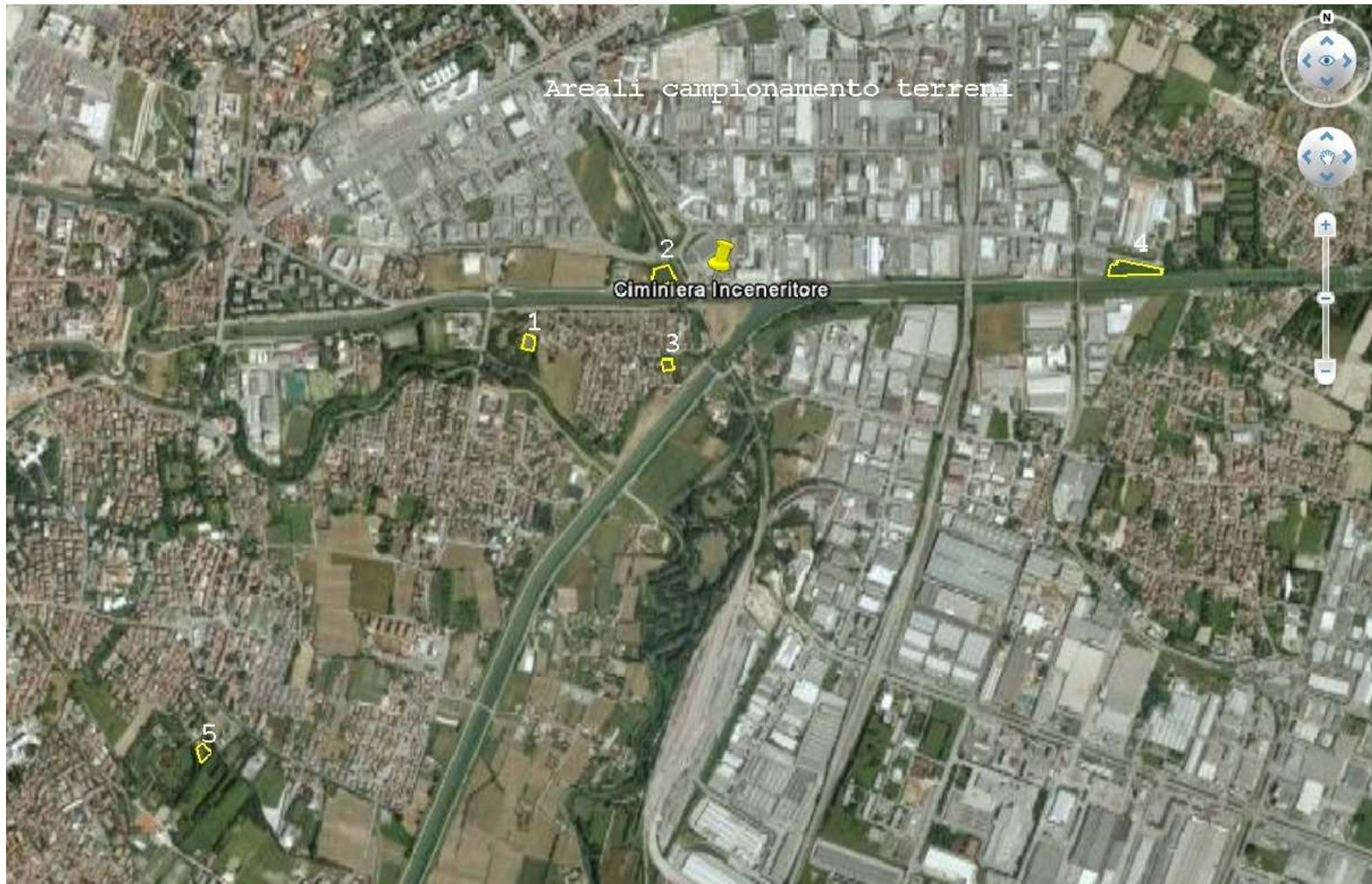
— Limite di legge considerato      — Valore di fondo/Soglia attenzione considerata

Figura 9. Andamento del Piombo negli anni indagati, espresso in mg/kg s.s.

## 7. Conclusioni

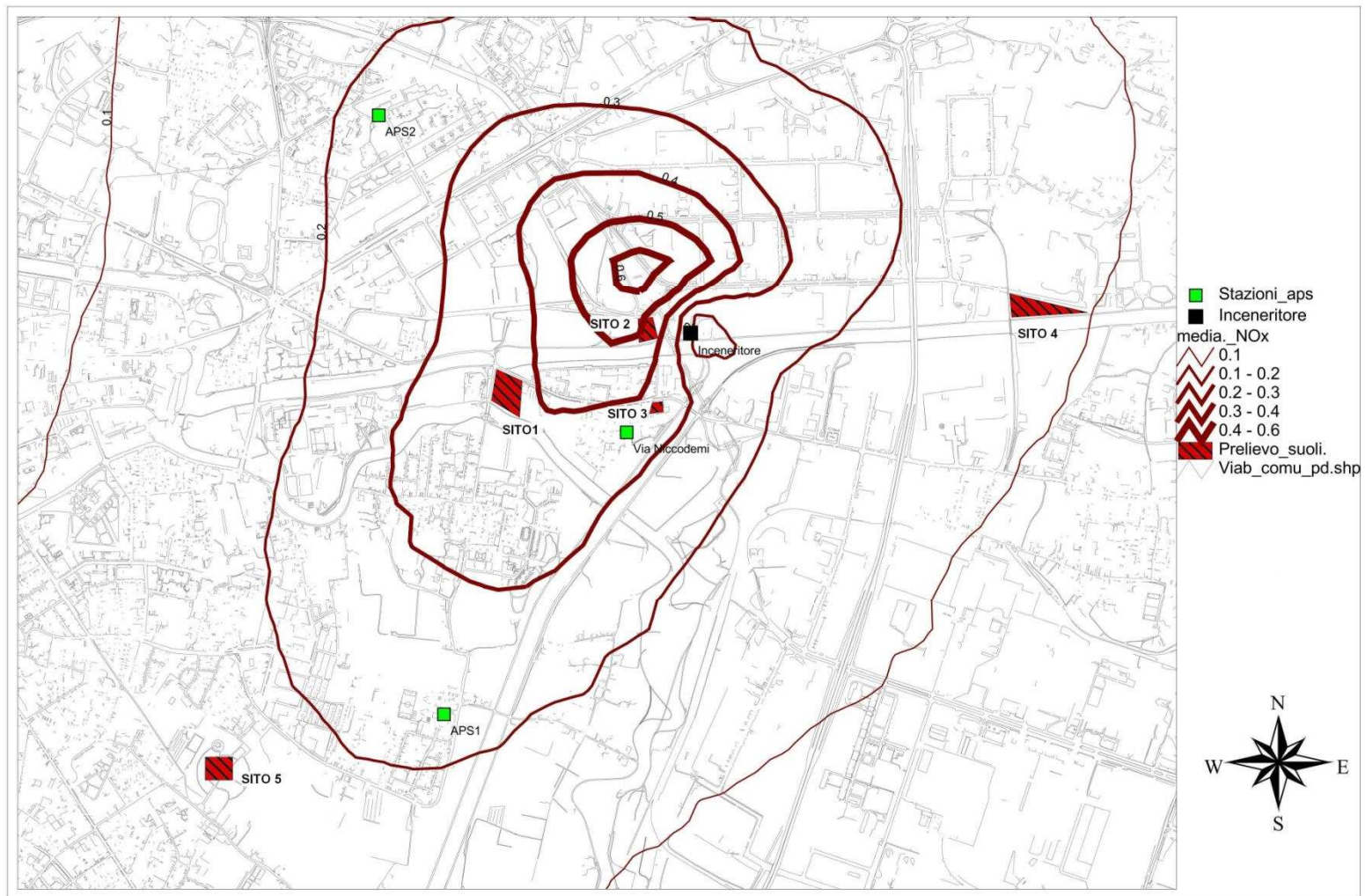
Il monitoraggio dei suoli, condotto nel 2020, non evidenzia alcuna tendenza di accumulo di metalli pesanti e microinquinanti organici nei terreni esaminati.

## 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 di prova, analisi 2020**

- Rapporto di prova n. 769650/2020 – Sito 1
- Rapporto di prova n. 769651/2020 – Sito 2
- Rapporto di prova n. 769652/2020 – Sito 4
- Rapporto di prova n. 769653/2020 – Sito 5

ARPAV Dipartimento di Padova  
Via Ospedale Civile, 24  
35121 Padova  
Italy  
Tel. +39 049 8227801  
Fax +39 049 8227810  
e-mail: [dappd@arpa.veneto.it](mailto:dappd@arpa.veneto.it)





**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](mailto:urp@arpa.veneto.it)  
e-mail certificata: [protocollo@pec.arpav.it](mailto:protocollo@pec.arpav.it)  
[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)