Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

PROGETTO DI BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DELL'INCENERITORE DI SCHIO SULL'AREA ZPS IT3210040

RELAZIONE

Anno 2012-2013

SERVIZIO LABORATORIO PROVINCIALE DI VERONA

RESPONSABILE DEL PROGETTO: **Maria Cristina Mosconi**

COLLABORATORI: **Chiara Zampieri**

Igor Tommasi

Giuseppina Mattiolo

COLLABORATORE ESTERNO: **Giuliano Lazzarin**

Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008

Dipartimento Regionale Laboratori
Direzione: Via Matteotti, 27
35137 Padova Italy
Tel. +39 049 8239302
Sede Operativa: Via Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. +39 045 8016905
Fax +39 045 8016698
e-mail: dl@arpa.veneto.it

Servizio Laboratorio Provinciale di Verona
Via A. Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. +39 045 8016601/03
Fax +39 045 8016600
e-mail: dlvr@arpa.veneto.it

INDICE

1. INTRODUZIONE ..... Pag. 5
1.1 Obiettivo della ricerca ..... " 5
1.2 Inquadramento geografico climatico ..... " 6
1.3 Storia dell'impianto ..... " 8
1.4 Modelli di dispersione degli inquinanti ..... " 9
2. LA RETE DI BIOMONITORAGGIO ..... " 12
2.1. Progettazione della rete di campionamento..... " 12
2.2 Le attività di campo..... " 14
2.3 Il rilevamento della biodiversità lichenica..... 17
2.4. Preparazione del materiale per la misura analitica di bioaccumulo ..... " 18
2.5. Metodi analitici bioaccumulo ..... " 19
2.6. Elaborazioni cartografiche ..... " 19
2.5. Elaborazioni statistiche ..... " 19
2.6. Altre fonti di dati ..... " 20
3. RISULTATI DELLA BIOINDICAZIONE ..... " 21
3.1. La flora lichenica ..... " 21
3.2. Analisi dei cluster ed indici ecologici ..... " 28
3.3. Modello geostatistico relativo alla bioindicazione ..... " 34
3.4. Qualità del dato ..... " 40
4. RISULTATI DEL BIOACCUMULO ..... " 42
4.1. Metalli in traccia ..... " 42
4.2. Analisi dei suoli e Fattore di arricchimento ..... " 43
4.3. Le scale interpretative del bioaccumulo ..... " 47
4.4. Modelli geostatistici relativi al bioaccumulo ..... " 50
4.4.1. Alluminio ..... " 50
4.4.2. Arsenico ..... " 52
4.4.3. Cadmio ..... " 55
4.4.4. Cromo ..... " 57
4.4.5. Rame ..... " 59
4.4.6. Mercurio ..... " 62
4.4.7. Manganese ..... " 64
4.4.8. Nichel ..... " 66
4.4.9. Vanadio ..... " 68
4.4.10. Zinco ..... " 70
4.5. Elaborazione statistica dei dati di bioaccumulo ..... " 73
4.6. Idrocarburi Policiclici (I.P.A.) ..... " 78
4.7. Scale interpretative del bioaccumulo degli I.P.A. ..... " 80
4.8. Modelli geostatistici relativi al bioaccumulo degli I.P.A. ..... " 81
4.8.1. Fluoroantene ..... " 81
4.8.2. Pirene ..... " 83
4.8.3. Crisene ..... " 84
4.8.4. Benzo(a)pirene ..... " 86
4.9. Elaborazione statistica dei dati di bioaccumulo degli I.P.A. ..... " 87
5. CONCLUSIONI ..... " 91
5.1. Bioindicazione ..... " 91
5.2. Bioaccumulo ..... " 92
5.3. Incidenza delle emissioni sulla Z.P.S. IT3210040 ..... " 94
Bibliografia ..... " 96

1. Introduzione

1.1. Obiettivo della ricerca

La presente relazione contiene i risultati dell'indagine di biomonitoraggio della qualità dell'aria per individuare l'eventuale impatto dell'inceneritore di rifiuti solidi urbani del Comune di Schio, gestito dalla Società Alto Vicentino Ambiente s.r.l., sulla Zona di Protezione Speciale (ex S.I.C.) IT3210040 "*Monti Lessini-Pasubio – Piccole Dolomiti".*

L'Area protetta dista dall'impianto d'incenerimento di Schio, nel punto più vicino, poco meno di 4 Km.

Come previsto dalla Commissione Regionale V.I.A. – parere n. 202 del 05/058/2008 (Allegato A alla DGR 228 del 10 febbraio 2009) il monitoraggio ambientale "…*dovrà essere svolto nell'intorno dell'impianto, con particolare riguardo alla direzione dei venti dominanti e nelle aree del territorio Zona di Protezione Speciale "ZPS IT3210040 Monti Lessini, Pasubio Piccole Dolomiti" in cui risulta maggiore la ricaduta al suolo.*

Per assolvere a questa prescrizione la Società ha affidato al Servizio Laboratorio ARPAV di Verona la realizzazione del monitoraggio come riportato nella Determinazione n. 56 del 29/11/201(Attività di biomonitoraggio ambientale per la valutazione dell'impatto dell'inceneritore di Schio (VI) sull'area ZPS IT3210040. Cod. Progetto 180/11/1160).

Lo studio è stato condotto mediante l'utilizzo di licheni epifiti come bioindicatori di gas fitotossici e come bioaccumulatori di metalli in traccia e di microinquinanti organici quali gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

1.2. Inquadramento geografico e climatico dell'area

L'area di studio corrisponde ai Comuni di Schio, Torrebelvicino, Valli del Pasubio e Santorso situati nel settore nord-occidentale della provincia di Vicenza. I limiti dell'area di studio corrispondono alle coordinate U.T.M. 5064500, 5071500; 1669500 e 1687500. La superficie ivi compresa è di 160 Km^2.

Il comune di Schio risulta essere il più popolato e presenta aree a sviluppo industriale. Sorge allo sbocco della Val Leogra, a metà strada tra Vicenza e Rovereto, lungo la strada statale n. 46 del Pasubio. Alla città fanno corona a sud le colline che la dividono dalla valle dell'Agno, ad ovest le Piccole Dolomiti e il monte Pasubio. Più a nord, i monti Novegno e Summano la dividono dalle vallate di Posina e dell'Astico.

Il centro storico della città si sviluppa attorno ai colli caratteristici del Castello e del Duomo, mentre la periferia, in continua espansione, si sviluppa soprattutto nelle direzioni nord ed est.

Chiuso tra il Novegno ed il Summano, a quote variabili tra i cinquecento ed i mille metri si colloca l'altopiano di Tretto con le frazioni di Santa Caterina, di Sant'Ulderico e di San Rocco. La zona ha una marcata impronta rurale ed è interessata da una continua alternanza di boschi, colture foraggiere e coltivazioni arboree da frutto.

Gran parte della periferia della città di Schio è caratterizzata da una elevata concentrazione di piccole e medie industrie, specializzate in prevalenza nella manifattura di prodotti tessili e metalmeccanici, pur non mancando industrie produttrici di altro genere, tra cui quelle di materie plastiche e chimiche in genere. Nell'ultimo decennio si è verificata una evidente riduzione della manifattura tessile a favore di un incremento dell'industria metalmeccanica.

Nella parte ad est della città è sorta negli ultimi venti anni la nuova zona industriale che ormai è unita a quelle di Santorso e di Zanè, formando un complesso di industrie che è non solo il più importante della provincia di Vicenza, ma uno tra i maggiori del Veneto. Nella stessa zona, nella parte sud in direzione di Giavenale, è ubicato l' impianto per l'incenerimento dei rifiuti.

Un discreto impulso industriale si è sviluppato con piccole e medie industrie anche nei comuni di Torrebelvicina e Valli del Pasubio.

Tutte le realtà produttive, sia di grandi che di medie dimensioni, determinano un incremento del traffico veicolare per lo spostamento dei lavoratori ma anche di mezzi che raggiungono i centri industriali.

Anche il traffico urbano risulta essersi notevolmente potenziato nell'ultimo decennio, incidendo a sua volta sulla qualità dell'ambiente, di modo che non risulta facile discernere l'incidenza che ciascuna fonte esercita sul territorio.

Il clima dell'area di studio ha carattere centroeuropeo, con affinità di tipo sub-oceanico, evidenti nella completa assenza di un periodo di deficit idrico, nelle precipitazioni medie annue assai abbondanti (oltre 1400 mm di pioggia annua) e nella loro ripartizione piuttosto omogenea nel corso dell'anno. Il periodo in cui si hanno le precipitazioni più abbondanti corrisponde alla tarda

primavera e alla stagione autunnale. Le minori precipitazioni, invece, coincidono con i mesi invernali; in particolare è nel mese di Febbraio che si registrano i valori minimi di pioggia.
Tale andamento è confermato, per il periodo febbraio 2012 – gennaio 2013, dai dati pluviometrici forniti dalla stazione meteo ubicata in corrispondenza dell'impianto di incenerimento (fig. 1.1.). E' ipotizzabile, comunque, che nell'ambito dell'intera area di studio, le precipitazioni siano ancora più abbondanti nella parte settentrionale, in corrispondenza dei rilievi, dove si verificano piogge di natura orografica.

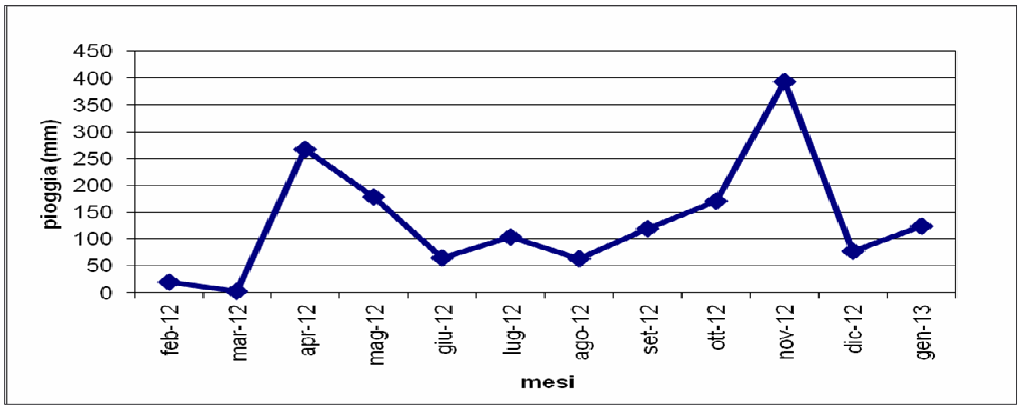


Fig. 1.1. Diagramma della piovosità relativo al periodo febbraio 2012. Gennaio 21013.

Per la caratterizzazione del regime dei venti, sono stati utilizzati i dati rilevati nella stazione di Alto Vicentino Ambiente Srl per il periodo febbraio 2012 – gennaio 2013. La rosa dei venti evidenzia la chiara prevalenza di direzione da ovest verso est.

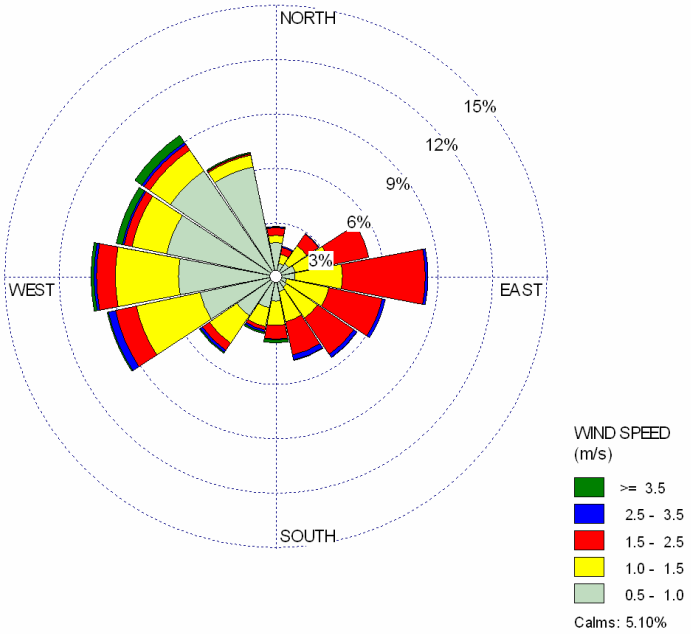


Fig. 1.2. – Regime anemometrico riferita alla stazione meteo di Alto Vicentino Ambiente S.r.l.

1.3. Storia dell'impianto

L'impianto di incenerimento per lo smaltimento dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilabili agli urbani, con recupero di calore e produzione di energia elettrica, è sito in Schio (Vicenza), in Via Lago di Pusiano n. 4. È composto da tre linee parallele di incenerimento alimentate da un'unica fossa e dotate di sistemi separati per la depurazione dei fumi e di caldaie per il recupero del calore destinato alla produzione di energia elettrica. L'impianto possiede una configurazione che ha subito nel tempo numerose variazioni e modifiche, allo scopo di adeguarsi al D.M. 503/97, e al D.Lgs. 133/05, recepimento della Direttiva 2000/76/UE che disciplina le emissioni e le condizioni di funzionamento degli impianti di incenerimento di tutte le tipologie di rifiuti.

L'impianto, in funzione 24 ore su 24, 7 giorni su 7, è in grado di smaltire circa 196 tonnellate/giorno di rifiuti urbani con un potere calorifico di 3.500 kcal/kg.

La realizzazione delle tre linee di incenerimento è avvenuta in tempi diversi. Il "Consorzio per l'impianto e l'esercizio del servizio di smaltimento dei rifiuti solidi urbani" (ora Alto Vicentino Ambiente Srl) approvò in data 30.07.1979 un progetto di massima per la realizzazione dell'impianto di smaltimento rifiuti solidi urbani in Schio. La costruzione dell'opera avvenne tra il 1981 e il 1982; l'impianto entrò in esercizio nel 1983. La prima linea si componeva di una sezione di recupero termico ed energetico e di una linea di lavaggio fumi a semisecco completa di filtro elettrostatico. La potenzialità di smaltimento era di 36 tonnellate/giorno di rifiuto urbano. In questa prima fase fu altresì realizzata una sezione di compostaggio dei rifiuti urbani, con capacità di 70 tonnellate/giorno. Tale sezione fu successivamente dismessa. La linea n. 1 ha subito rilevanti adeguamenti impiantistici, a seguito dell'entrata in vigore del decreto ministeriale n. 503/1997 in materia di emissioni gassose e per tali interventi è stata fermata dal settembre 2004 all'aprile del 2005. L'ampliamento dell'impianto di smaltimento dei rifiuti solidi urbani fu predisposto nel 1985; la nuova linea (linea 2) entrò in esercizio nel 1991. La linea si componeva di una sezione di recupero termico ed energetico e di una linea di lavaggio fumi a umido completa di filtro elettrostatico e la potenzialità di smaltimento era di 60 tonnellate/giorno di rifiuto urbano. Anche la linea n. 2 ha subito rilevanti adeguamenti impiantistici, a seguito dell'entrata in vigore del decreto ministeriale n. 503/1997 in materia di emissioni gassose. Che hanno richiesto la fermata della linea dall'aprile del 2005 all'aprile del 2006.

La costruzione della terza linea di incenerimento è avvenuta tra il 2001 e il 2003. La linea è entrata in esercizio nell'ottobre del 2003.

Con un'ulteriore intervento è stato sostituito il sistema denox ad iniezione di urea con il sistema denox catalitico che ha interessato la linea 2 nei mesi di aprile e maggio 2011 e ha interessato nel mese di ottobre e novembre dello stesso anno la linea 3. L'adeguamento delle due linee con il nuovo sistema ha permesso una resa di abbattimento maggiore degli ossidi di azoto presenti nei fumi di combustione.

Descrizione dell'impianto

L'intero sito impiantistico si può schematizzare in quattro distinte sezioni tra loro collegate (fig. 1.3):

- sezione di incenerimento dei rifiuti e trattamento degli effluenti gassosi;
- sezione di recupero energetico (energia elettrica e teleriscaldamento);
- sezione di depurazione delle acque di scarico dell'impianto;
- sezione di trattamento dei residui solidi.

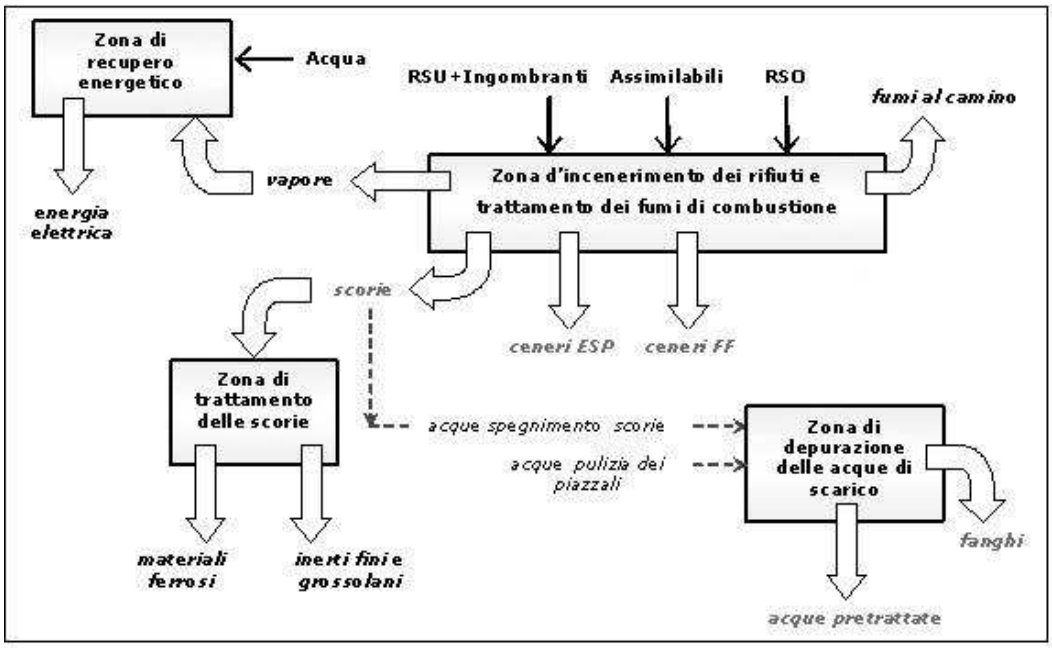


Fig. 1.3 – Schema dell'impianto di incenerimento.

1.4. Modelli di dispersione degli inquinanti

I modelli di dispersione degli inquinanti elaborati nello Studio di Impatto Ambientale, dai tecnici del politecnico di Milano e da Alto Vicentino Srl (relazione n. 6719.6002.11.01- dicembre 2006) per le valutazioni complessive della ricadute nell'area naturalistica hanno evidenziato che buona parte del territorio SIC è protetto rispetto al pennacchio di dispersione prodotto dall'impianto di incenerimento.

In Fig. 1.4 viene riportata la mappa dell'altimetria dell'area oggetto dello studio. In questa è visibile l'area del ZPS IT3210040 "*Monti Lessini - Pasubio – Piccole Dolomiti*" ritenuta zona di particolare pregio naturalistico - ambientale.

In Fig. 1.5 viene riportata la mappa del pennacchio, relativo alle concentrazioni medie annue delle polveri, PM10 (μ/m^3) ricostruito attraverso il modello di dispersione degli inquinanti. Come tracciante di dispersione è stato usato PM10.

In Fig. 1.6 viene riportata la mappa del pennacchio relativo alle concentrazioni medie annue di SO_2, ricostruito attraverso la dispersione degli inquinanti, mentre in Fig. 1.7 è quella relativa alle concentrazioni medie annue degli ossidi di azoto (NOx) .

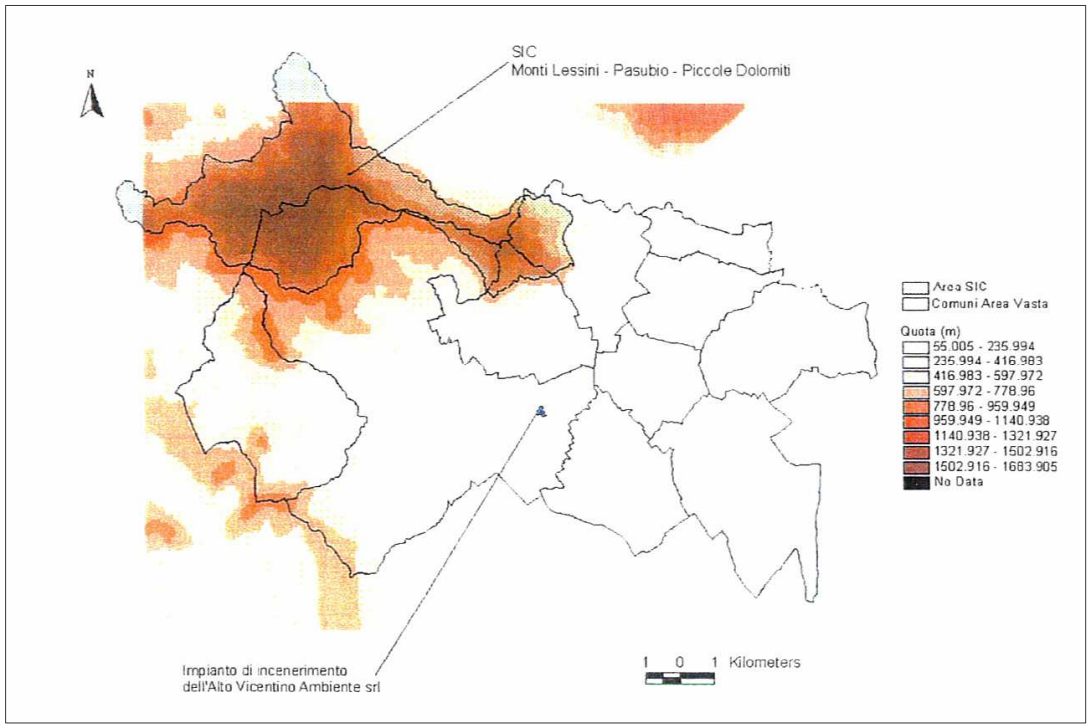


Fig. 1.4 - Mappa dell'altimetria dell'area oggetto dello studio. In figura è visibile l'area del ZPS IT3210040 "Monti Lessini-Pasubio – Piccole Dolomiti" di particolare pregio naturalistico - ambientale.

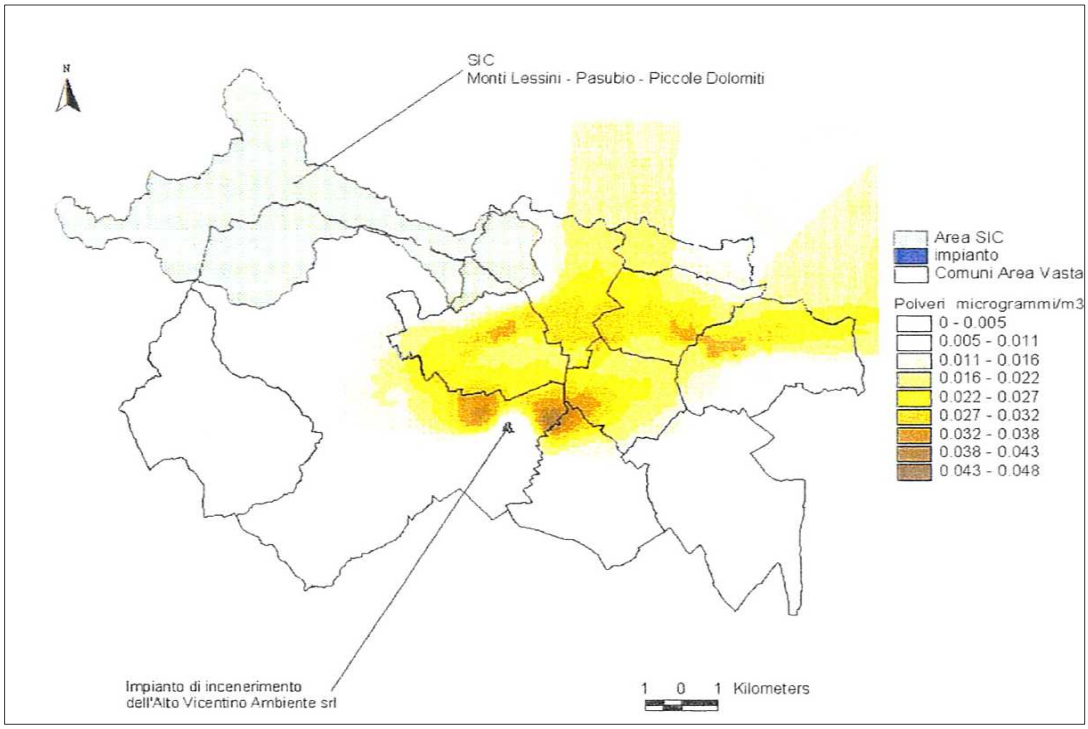


Fig. 1.5. - Mappa del pennacchio, relativo alle concentrazioni medie annue delle polveri, PM10 (µ/m^3) ricostruito attraverso il modello di dispersione degli inquinanti .

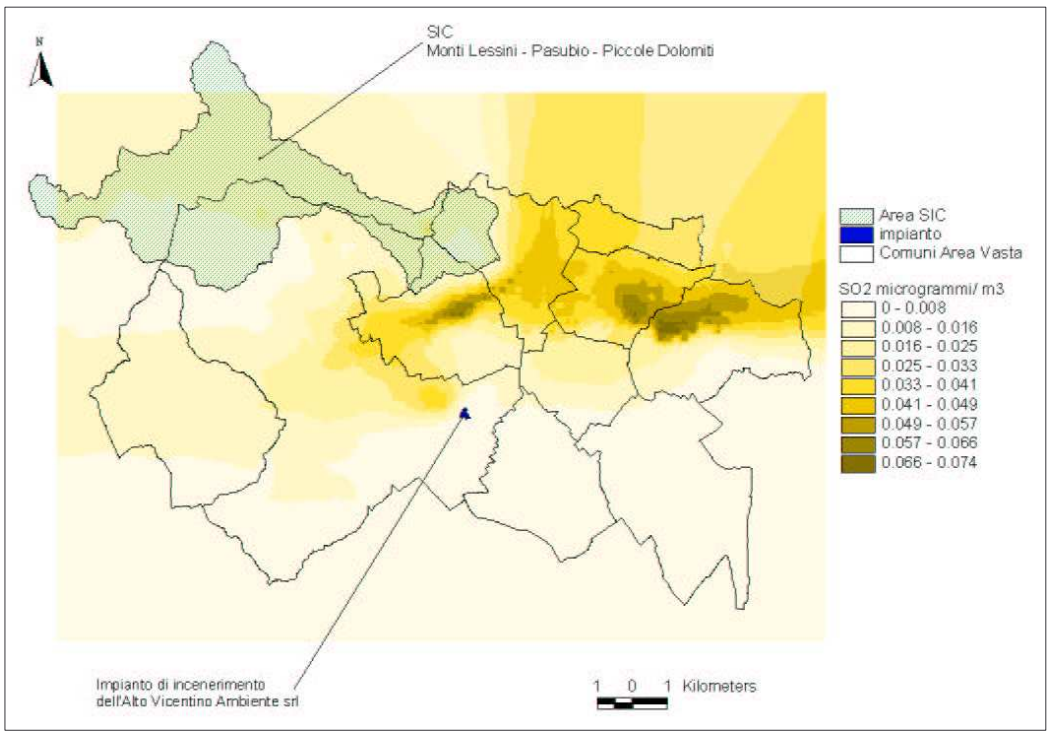


Fig. 1.6 - Mappa del pennacchio, relativo alle concentrazioni medie annue di SO^2 (micron m^3), ricostruito attraverso il modello di dispersione degli inquinanti.

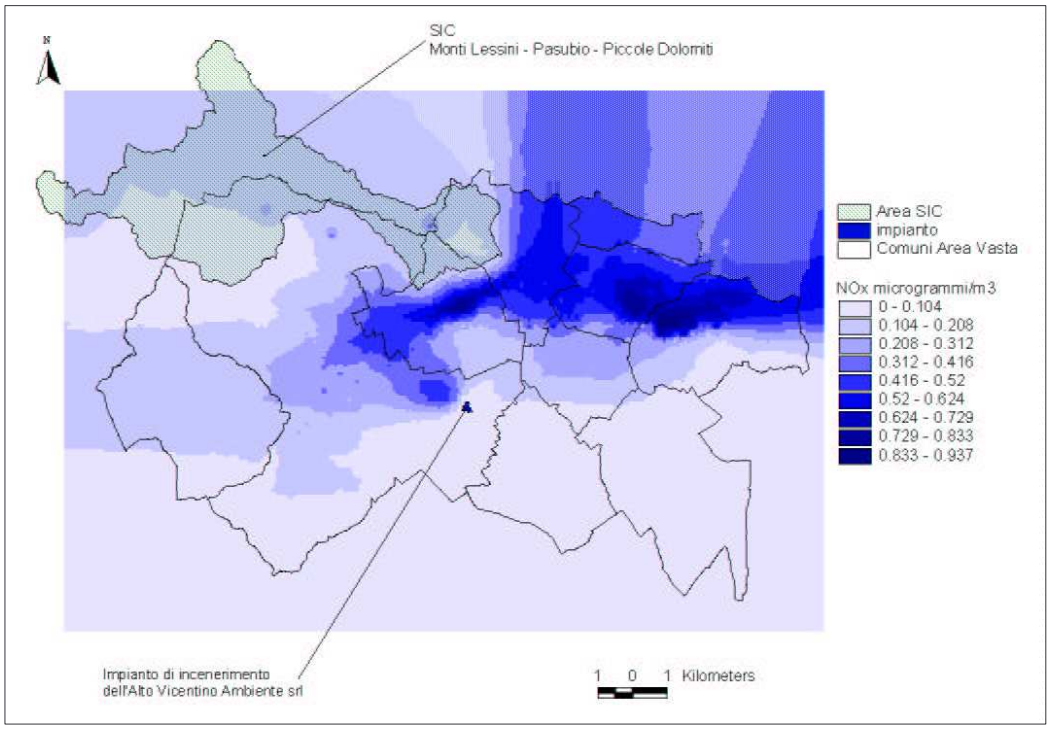


Fig. 1.7 - Mappa del pennacchio, relativo alle concentrazioni medie annue degli ossidi di azoto, NOx (micron m^3), ricostruito attraverso il modello di dispersione degli inquinanti.

2. La rete di biomonitoraggio

2.1. Progettazione della rete di campionamento

Il progetto della rete di biomonitoraggio è stato realizzato dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), - U.O. di Biologia Ambientale e U.O. Chimica del S.L. di Verona, con la collaborazione del consulente tecnico-scientifico dott. Giuliano Lazzarin (Determinazione n. 30 del 18/06/2012), secondo il cronoprogramma di fig. 2.1.

La rete di campionamento, progettata dal gruppo di lavoro, è stata dimensionata tenendo conto della distanza interposta tra l'impianto di incenerimento dei rifiuti e i limiti della Z.P.S., della sensibilità dei biosensori vegetali e, infine, della modellazione della distribuzione spaziale dei contributi al suolo dell'impianto, ricavati dallo studio condotto dal Dipartimento di Ingegneria Ambientale del Politecnico di Milano, per conto di Alto Vicentino Ambiente S.r.l. (2006).

Nella prima parte del progetto, come previsto nella "Fase 1" del cronoprogramma sono stati eseguiti alcuni sopralluoghi per rendersi conto della disponibilità di forofiti e di licheni idonei per essere utilizzati come bioaccumulatori, al fine di provvedere alla scelta della specie arborea sulla quale eseguire i rilievi di bioindicazione, e della specie di lichene per la determinazione dei metalli e dei composti (I.P.A.) accumulati.

La scelta è caduta sul tiglio (*Tilia spp.*), già utilizzato nelle precedenti ricerche condotte nell'Alto Vicentino ed in Comune di Schio, e sul lichene *Punctelia subrudecta,* dimostratosi sufficientemente presente in tutta la fascia compresa tra l'alta pianura vicentina e la media montagna, dove ha inizio la Z.P.S.

Seguendo le indicazioni proposte da A.P.A.T. (ANPA 2001), riguardanti la standardizzazione delle metodiche di biomonitoraggio, basate sull'impiego di licheni epifiti come bioindicatori della qualità dell'aria e bioaccumulatori di elementi in traccia (Nimis et al., 1999), è stata realizzata, a partire dall'intersezione più vicina della rete nazionale ANPA, una maglia di biomonitoraggio costituita da

quadranti di 1 x 1 km (Unità di Campionamento Primaria - UCP) in grado di coprire tutta la zona compresa tra il sito dove è ubicato l'inceneritore e la Z.P.S. In totale la rete di riferimento è risulta costituita da 160 quadranti per una lunghezza di 20 chilometri, tra le direzioni est e ovest, e 8 chilometri tra sud e nord.

Attività/ Tempi		Anno 2012 secondo semestre	Anno 2013 primo semestre	Anno 2013 secondo semestre
FASE 1	- Elaborazione della rosa dei venti (dati aggiornati all'anno 2011) e raccolta documenti con modelli di ricaduta al suolo			
	- Sopralluoghi per lo studio del territorio e per l'individuazione della specie di lichene ritenuta idonea per l'indagine di bioaccumulo			
	- Progettazione preliminare della rete di monitoraggio mediante l'individuazione delle stazioni di campionamento			
FASE 2	- Attività in campo riguardante la scelta delle stazioni di bioaccumulo (15 stazioni come da progetto) comprendente:			
	- raccolta dei talli lichenici della specie *Punctelia subrudecta*			
	- raccolta dei campioni di suolo per la determinazione del Fattore di arricchimento			
	- Pulizia dei campioni di licheni al microscopio binoculare per la loro preparazione alle analisi chimiche			
	- Analisi chimica dei talli lichenici e dei campioni di suolo			
FASE 3	- Individuazione definitiva delle stazioni di bioindicazione costituite da esemplari arborei di *Tilia spp.* (8 stazioni come da progetto)			
	- Rilievo in campo dell'Indice di Biodiversità Lichenica nelle stazioni progettate			
	- Attività di laboratorio per il riconoscimento delle specie licheni che necessitano di osservazione al microscopio			
	- Elaborazione statistica dei dati ottenuti dall'attività di Biomonitoraggio e di Bioaccumulo			
	- Stesura della relazione conclusiva			

Fig. 2.1. – Cronoprogramma relativo allo svolgimento delle diverse fasi di lavoro.

Al centro di ogni quadrante, dove sono stati individuati gli alberi idonei per i rilievi di bioindicazione o i talli lichenici di *Punctelia,* è stata individuata una sottoarea all'interno della quale, seguendo procedure standard, sono state individuate le Unità di Campionamento Secondarie (UCS).
Visto le dimensioni dell'area e la morfologia del territorio, in questa fase è stato deciso il numero di stazioni utili per una adeguata interpretazione della dispersione di gas fitotossici, di metalli in traccia e di Idrocarburi Policiclici Aromatici. La scelta è stata di 8 stazioni per l'indagine di bioindicazione e di 15 per quella di bioaccumulo.
Per la dislocazione di queste si è ritenuto opportuno concentrare il loro posizionamento lungo le valli che dall'alta pianura vicentina, dov'è situato l'inceneritore, si dirigono verso la Z.P.S. I venti, infatti, tendono ad incanalare nella valli le emissioni provenienti dalle zone più antropizzate situate al loro sbocco, in particolare le brezze che svolgono un ruolo molto importante nella movimentazione locale delle masse d'aria.
Non è stato possibile realizzare delle stazioni nella parte più interna della Z.P.S. in quanto, la diversa tipologia di vegetazione, sia arborea che lichenica, non avrebbe consentito il confronto dei dati raccolti con le stazioni presenti nei piani altitudinali inferiori.

2.2. Le attività in campo

Le operazioni di campagna sono iniziate nel mese di gennaio del 2013. Nel periodo compreso tra l'ultima settimana di gennaio e la prima di febbraio si è provveduto ad individuare le stazioni di bioaccumulo ed alla raccolta sia dei talli lichenici, per la determinazione dei metalli e degli I.P.A., sia dei campioni di suolo sottoposti ad analisi per la determinazione del fattore di arricchimento.
Il campionamento è stato effettuato secondo il protocollo dell'Agenzia Nazionale per l'Ambiente (ANPA, 2001), raccogliendo vari esemplari di *Punctelia subrudecta* su alberi con tronco di inclinazione non superiore 10°, privi di elementi di disturbo (verniciature, chiodi, ferite, ecc.) e senza copertura muscicola.
I talli sono stati raccolti tutt'attorno al tronco, al di sopra dei 100 cm dal suolo, per evitare contaminazioni terrigene; per il prelievo è stato usato un temperino in acciaio inossidabile. Il materiale raccolto, infine, è stato inserito in una busta di carta da filtro sulla quale è stata posta una etichetta adesiva con le indicazioni del luogo di raccolta.
Nel periodo di fine ottobre ed inizio novembre, invece, sono stati effettuati i rilievi riguardanti la bioindicazione. Questi sono stati condotti nelle stazioni individuate nell'inverno precedente, durante i sopralluoghi effettuati per la raccolta dei talli lichenici.
Nelle figure 2.2 e 2.3 è rappresentata la distribuzione delle stazioni di bioindicazione e di bioaccumulo.
Le coordinate delle stazioni di bioindicazione (Tab. 2.3) sono state calcolate mediando le coordinate UTM relative a ciascun forofita - $X_m = (X_1 + X_2 + X_3) /3$. Per le UCP caratterizzate da più di una UCS le coordinate di riferimento sono state calcolare mediando le coordinate di ciascuna UCS.

Quasi mai è stato possibile utilizzare la medesima stazione per la bioindicazione e per il bioaccumulo. Gli esemplari di tiglio sono stati individuati quasi sempre in prossimità di centri abitati mentre i talli di *Punctelia subrudecta* sono risultati abbastanza frequenti alle quote inferiori mentre sono divenuti sporadici alle quote più elevate.

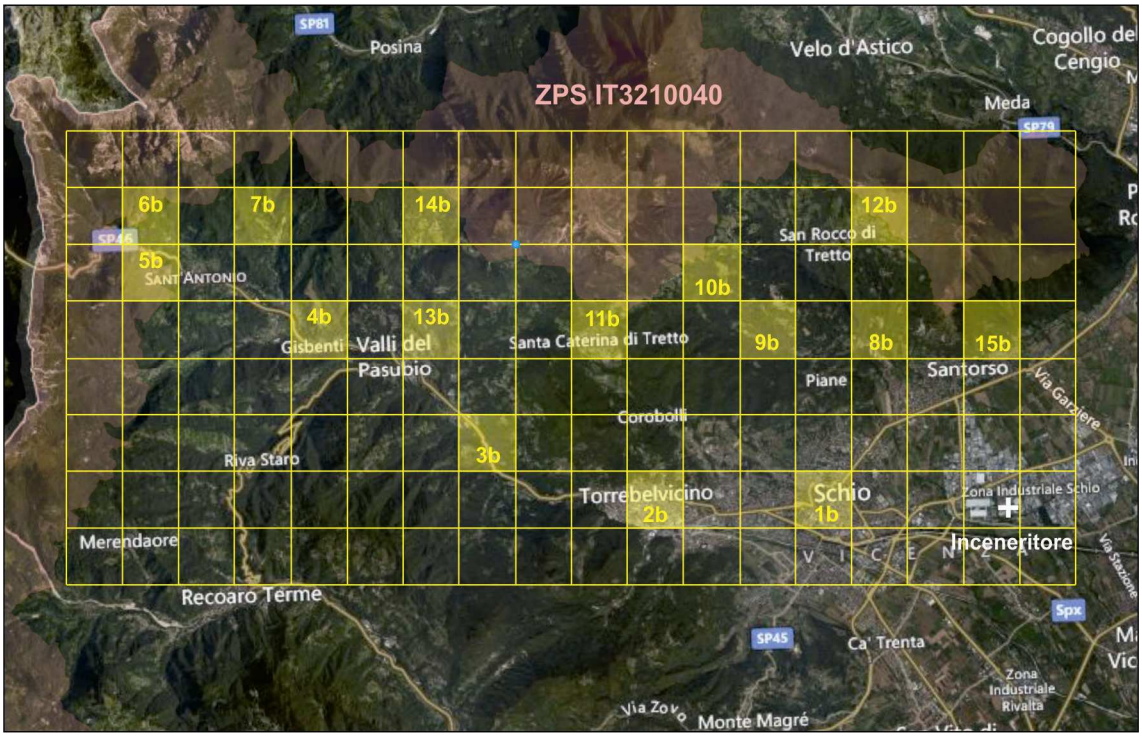


Fig. 2.2 - Distribuzione nell'area di studio delle 15 stazioni di bioaccumulo.

Stazione	Coordinate WGS84		Stazione	Coordinate WGS84	
	N	E		N	E
1b	5065516	1683365	**9b**	5068371	1682539
2b	5065203	1680845	**10b**	5069775	1681882
3b	5066194	1677181	**11b**	5068344	1679653
4b	5068760	1674489	**12b**	5070121	1683992
5b	5069512	1671657	**13b**	5067964	1676346
6b	5070175	1671246	**14b**	5069835	1676481
7b	5070512	1673548	**15b**	5068276	1686260
8b	5068477	1684353			

Tab. 2.2 – Coordinate WGS84 delle stazioni di bioaccumulo.

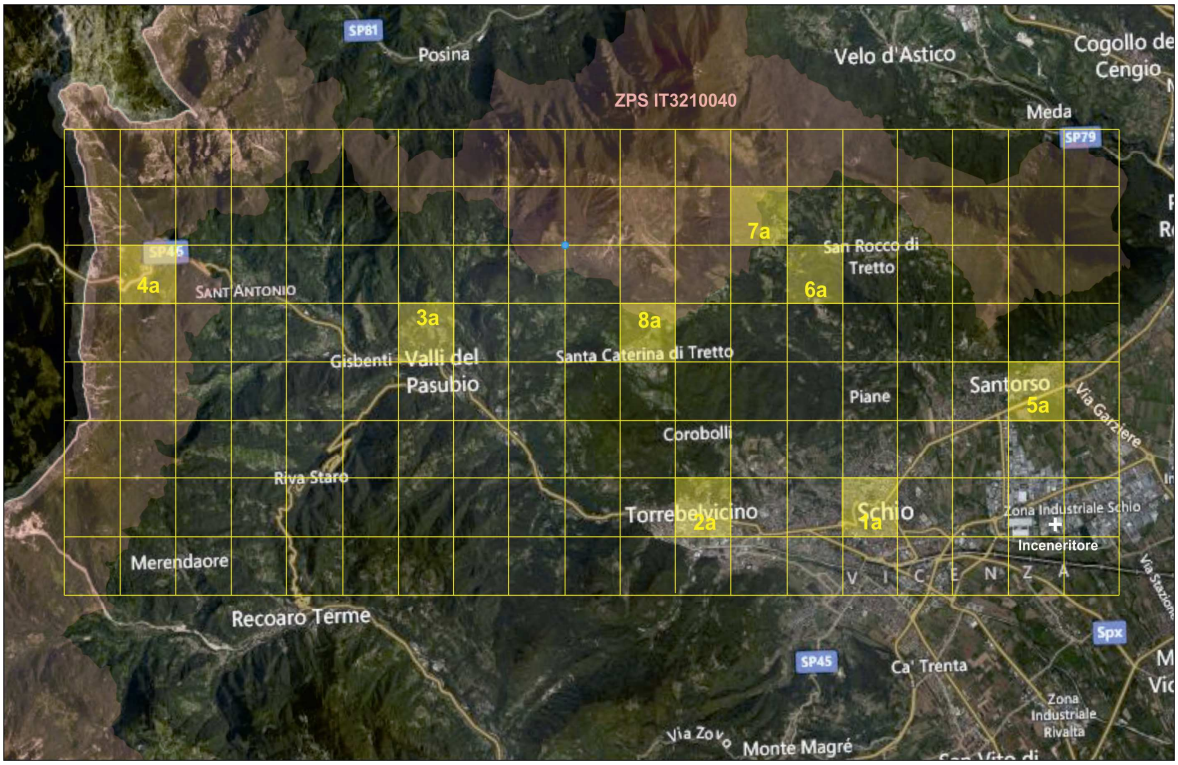


Fig. 2.3 - Distribuzione nell'area di studio delle 8 stazioni di bioindicazione.

Stazione	Coordinate WGS84	
	N	E
1a	5065577	1683582
2a	5065198	1680846
3a	5067907	1675701
4a	5069443	1669961
5a	5067547	1686213
6a	5069086	1682572
7a	5070332	1681810
8a	5068302	1679490

Tab. 2.3 – Coordinate WGS84 delle stazioni di bioindicazione.

2.3. Il rilevamento della biodiversità lichenica

Il rilevamento in campo della Biodiversità Lichenica, secondo la metodica imposta dall'APAT (ANPA, 2001), avviene mediante l'impiego di un reticolo di campionamento formato da una serie lineare di cinque quadrati di 10x10 cm, che deve essere disposto verticalmente sul fusto del forofita, con la parte inferiore disposta ad un metro dalla superficie del suolo.

Il reticolo deve essere posizionato in corrispondenza dei quattro punti cardinali, evitando:

- parti del tronco danneggiate o decorticate,
- parti con presenza di evidenti nodosità,
- parti corrispondenti alle fasce di scolo con periodico scorrimento di acqua piovana,
- parti con copertura di briofite superiore al 25%.

Per permettere la ripetizione dello studio a distanza di tempo, nella scheda di rilevazione vanno riportate, per ogni albero:

- esposizione esatta (in gradi) di ciascuna subunità del reticolo,
- altezza dal suolo della base del reticolo.

Nell'esecuzione del rilievo, per ciascuna direzione cardinale, vanno annotate tutte le specie licheniche presenti all'interno della griglia e la loro frequenza, calcolata come numero di quadrati in cui ogni specie è presente (i valori di frequenza di ciascuna specie variano quindi tra 0 e 5). Per ogni specie vanno inoltre annotati eventuali segni di evidente danneggiamento dei talli (decolorazione, necrosi, etc.).

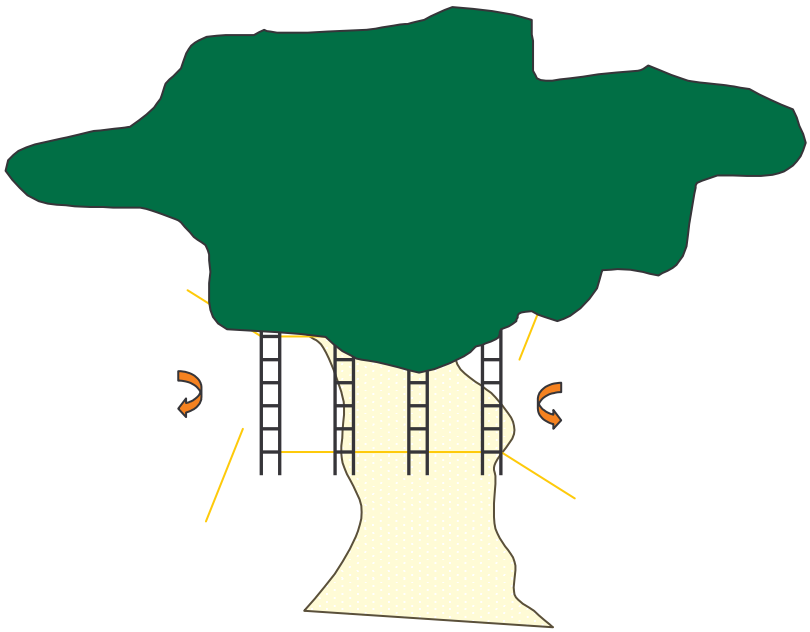


Fig. 2.4. – Collocazione del reticolo di rilevamento attorno al fusto dell'albero nelle quattro direzioni cardinali.

Nell'esecuzione del rilievo, per ciascuna direzione cardinale, vanno annotate tutte le specie licheniche presenti all'interno della griglia e la loro frequenza, calcolata come numero di quadrati in cui ogni specie è presente (i valori di frequenza di ciascuna specie variano quindi tra 0 e 5). Per ogni specie vanno inoltre annotati eventuali segni di evidente danneggiamento dei talli (decolorazione, necrosi, etc.).

Il valore di biodiversità lichenica relativo all'albero campionato (BL) si ottiene facendo la somma delle frequenze rilevate in ciascuna direzione cardinale.

Il valore di biodiversità lichenica della stazione di campionamento (BLs), invece, è stimato statisticamente sulla base dei valori rilevati nella stazione stessa.

Poiché è prevedibile una sostanziale differenza di crescita dei licheni sui diversi lati del tronco, le frequenze rilevate nelle diverse direzioni verranno tenute separate. Per ciascun albero si otterranno così quattro somme di frequenze (BLjN, BLjE, BLjW, BLjS). In ciascuna stazione si effettueranno, quindi, le seguenti operazioni:

1) somma, per ciascun rilievo, delle frequenze di tutte le specie (BL del rilievo);
2) calcolo del valore medio di Biodiversità Lichenica di tutti i rilievi effettuati nella medesima direzione cardinale (BL del punto cardinale);
3) somma della Biodiversità Lichenica dei 4 punti cardinali (BL della stazione).

Valori di BLs elevati indicano condizioni di elevata naturalità e quindi migliore qualità dell'aria, mentre valori bassi segnalano situazioni di degrado.

I rilievi di bioindicazione sono stati condotti da una squadra di rilevatori costituita dal dott. Giuliano Lazzarin e dalla dott.ssa Cristina Mosconi, entrambi specializzati in lichenologia.

L'individuazione delle specie e la determinazione della loro frequenza sono state effettuate sempre dal medesimo tecnico in modo da evitare errori dovuti alla soggettività di rilevatori diversi.

I dati raccolti sono stati registrati su delle apposite schede direttamente in campo. Copia di queste è stata inserita nell'allegato B della presente relazione.

2.4. Preparazione del materiale per la misura analitica del bioaccumulo

Nelle settimane immediatamente successive la raccolta, i talli lichenici da utilizzare per la determinazione analitica del bioaccumulo, sono stati sottoposti ad una rigorosa pulizia dalle impurità e preparati mediante la selezione delle parti giovani del tallo.

Sono state campionate solo le parti periferiche dei lobi, aventi una colorazione più chiara della pagina inferiore e la completa assenza di rizine, fino al raggiungimento di una quantità di materiale di peso non inferiore a 1 g. Le porzioni di lichene selezionate corrispondono circa alla parte sviluppatasi nell'ultimo anno di crescita (1.5-2 mm dal margine esterno del tallo).

Il lavoro di selezione, condotto al microscopio, ha richiesto oltre un mese di lavoro. Successivamente alla preparazione, i campioni di lichene, unitamente a quelli di suolo raccolti nelle

medesime stazioni, sono stati consegnati al laboratorio chimico di ARPAV che ha provveduto alla determinazione del contenuto di 10 metalli e di tredici Idrocarburi Policiclici Aromatici.
I parametri chimici che sono stati analizzati su entrambi i campioni (licheni e suolo) sono i seguenti:

- **Metalli in traccia:** Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, V, Zn
- **Idrocarburi Policiclici Aromatici:** Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)Antracene, Crisene, Benzo(e)Pirene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenzo(a,h)Antracene, Benzo(g,h)Perilene, Indeno(1,2,3-cd)Pirene, Dibenzo(a,e)Pirene.

2.5. Metodi analitici

Il materiale ripulito è stato essiccato a temperatura ambiente (H_2O residua < 3%), in quanto l'essiccamento in stufa determina la parziale volatilizzazione di alcuni metalli, quali il mercurio, con bassa tensione di vapore.
Dai talli lichenici sono stati prelevati 2 mm circa del margine esterno per un quantitativo complessivo di 1 g circa mentre il campione di suolo è stato sottoposto ad essiccazione.
Prima del trattamento chimico, il materiale è stato triturato ed omogeneizzato producendo frammenti minori di 0.25 mm.
Non si è proceduto al lavaggio dei talli prima della mineralizzazione, per non togliere particelle non metabolizzate e per evitare la lisciviazione delle forme ionizzabili. Le concentrazioni dei metalli in traccia sono state determinate in ICP-MS secondo il metodo EPA 200.8/9. Per la determinazione degli I.P.A. è stato utlizzato il metodo HPLC con rilevatore fluorimetrico secondo il metodo EPA 3564 + EPA 8310.

2.6. Elaborazioni cartografiche

Tutte le elaborazioni cartografiche sono state eseguite con metodiche computerizzate per eliminare interpretazioni soggettive nel riporto dei risultati. Allo scopo è stato utilizzato il package di programmi SURFER 8 (*Golden Software Inc.*, 2002), che comprende softwares per la cartografia bi- e tridimensionale. Entrambe sono basate su una griglia le cui maglie hanno dimensioni calcolate in base ai valori estremi dei dati di input. Il metodo di interpolazione utilizzato, per creare una maglia regolare a partire da punti (stazioni) disposti irregolarmente nell'area di studio, è basato sul principio del valore medio di BLs (Biodiversità Lichenica della stazione), ponderato in base alla distanza del punto da calcolare rispetto ai punti misurati.

2.7. Elaborazioni statistiche

Le elaborazioni dei dati sono state effettuare utilizzando i package di programmi IBM SPSS Statistics versione 16.0 ed R version 2.15.2 (*Free Software Foundation's GNU General Public License*), entrambi dei software specifici per l'analisi statistica dei dati.

I dati sono stati organizzati in matrici e sottoposti ad analisi multivariata al fine di evidenziare le eventuali differenze tra le stazioni in base alle caratteristiche floristiche, per quanto riguarda l'indagine di bioindicazione, e alla concentrazione di metalli nei talli di *Pu8nctelia subrudecta* per quanto concerne l'indagine di bioaccumulo. Per la classificazione numerica sono state utilizzate le funzioni di somiglianza e gli algoritmi di clustering che meglio si adattavano all'oggetto dell'elaborazione.

2.8. Altre fonti di dati

I dati di carattere floristico – vegetazionale sono stati sottoposti ad alcune elaborazioni, effettuate in conformità a indici ecologici, in analogia a quanto proposto da Nimis & Dallai (1985) e da Nimis et al. (1987), per dare loro un inquadramento ecologico.

Gli indici utilizzati sono stati ricavati dal sistema informativo ITALIC (Nimis PL. & Martellos S., 2008) consultabile in rete. Questi sono espressi da uno o più numeri su una scala ordinale, che indicano lo spettro di tolleranza ecologica di una specie con riferimento alle esigenze di acidità del substrato (indice di pH), al grado di eutrofizzazione (indice di eutrofizzazione) e alle condizioni di umidità (indice di igrofitismo) e di luce (indice di fotofitismo).

3. Risultati della bioindicazione

3.1. La flora lichenica

Nel corso dei rilievi sono state individuate 37 specie di licheni epifiti in 8 stazioni di rilevamento. Nella stazione con la minore biodiversità lichenica sono state individuate solo 4 specie (stazioni 1a e 2a) mentre in quella più ricca ne sono state censite 25 (stazione 6a). Il numero medio di specie per stazione è pari a 13,0.

Considerato il ridotto numero di stazioni la flora lichenica si presenta relativamente ricca di specie. Questo concorda con le caratteristiche dell'area di studio che comprende sia ambienti antropizzati, con un tessuto industriale molto fitto, che ambiti naturaliformi, a bassa densità di popolazione, con una copertura del suolo costituita da coltivazioni agricole, su piccole superfici, e soprattutto boschi.

Tre stazioni, rispettivamente 4a, 6a e 7a, presentano una varietà di specie superiore alla media, mentre le altre cinque inferiore (Tab. 3.1).

Stazione n.	N° di specie	Stazione n.	N° di specie
1a	4	**5a**	10
2a	4	**6a**	25
3a	8	**7a**	23
4a	20	**8a**	10

Tab. 3.1 – Numero di specie di licheni rilevate in ciascuna stazione di bioindicazione.

La tabella 3.2 presenta in forma sintetica i risultati dei rilievi di bioindicazione. Nelle righe sono riportate le specie censite mentre le colonne rappresentano le stazioni. I valori nelle celle di intersezione righe-colonne riportano la frequenza delle singole specie all'interno dell'UCP, mentre il totale di colonna rappresenta il valore della Biodiversità Lichenica della stazione (BLs).

I licheni fogliosi rappresentano la forma biologica più diffusa con diciotto specie (48,65% del totale); i licheni crostosi, invece, risultano leggermente meno numerosi con sedici specie (43,24%).

Specie\Stazione	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	Totali
Arthonia radiata	–	–	–	2,00	–	0,33	0,67	–	**3,00**
Caloplaca ferruginea	–	–	–	–	–	–	1,33	–	**1,33**
Caloplaca herbidella	–	–	–	–	–	0,33	–	–	**0,33**
Caloplaca pyracea	–	–	–	2,50	–	–	–	–	**2,50**
Candelaria concolor	18,33	20,00	18,00	18,25	20,00	19,33	20,00	17,67	**151,58**
Candelariella reflexa	–	–	5,67	2,50	–	17,33	0,67	16,67	**42,84**
Candelariella xanthostigma	–	–	–	3,50	–	5,33	–	–	**8,83**
Flavoparmelia caperata	–	–	–	–	–	0,67	–	–	**0,67**
Graphis scripta	–	–	–	0,50	–	–	–	–	**0,50**
Hyperphyscia adglutinata	–	–	4,00	3,00	13,00	16,33	–	10,00	**46,33**
Hypogymnia physodes	–	–	–	–	–	–	0,33	–	**0,33**
Lecanora argentata	–	–	–	1,75	–	1,67	–	–	**3,42**
Lecanora carpinea	–	–	–	–	–	0,67	2,00	–	**2,67**
Lecanora chlarotera	–	–	–	7,25	0,33	10,00	9,67	6,33	**33,58**
Lecanora intumescens	–	–	–	1,00	–	–	–	3,67	**4,67**
Lecidella elaeochroma	–	–	–	13,25	1,33	17,33	11,00	12,67	**55,58**
Lepraria incana	–	–	6,67	–	–	0,33	0,67	–	**7,67**
Melanelixia subaurifera	–	–	–	1,75	–	2,33	–	–	**4,08**
Melanohalea exasperatula	–	–	–	–	–	4,00	11,67	–	**15,67**
Naetrocymbe punctiformis	–	–	–	–	0,33	0,67	–	3,33	**4,33**
Normandina pulchella	–	–	7,00	–	–	0,67	1,00	–	**8,67**
Parmelia sulcata	–	–	–	0,25	–	0,33	1,67	–	**2,25**
Parmelina tiliacea	–	–	–	–	–	2,67	8,00	–	**10,67**
Pertusaria albescens	–	–	–	–	–	1,00	1,67	–	**2,67**
Phaeophyscia hirsuta	–	–	–	18,00	–	–	1,67	–	**19,67**
Phaeophyscia nigrescens	–	–	–	–	–	–	0,33	–	**0,33**
Phaeophyscia orbicularis	19,67	20,00	14,33	5,00	20,00	7,00	8,67	18,67	**113,34**
Physcia adscendens	3,33	–	–	20,00	0,67	1,33	6,00	2,00	**33,33**
Physcia aipolia	–	–	–	–	–	–	1,00	–	**1,00**
Physcia tenella	–	–	–	3,50	–	5,33	–	0,67	**9,50**
Physconia distorta	–	–	–	3,50	–	–	1,67	–	**5,17**
Punctelia subrudecta	–	2,00	0,33	0,25	0,67	1,67	1,67	–	**6,59**
Ramalina fastigiata	–	–	–	–	–	–	0,33	–	**0,33**
Rinodina exigua	–	–	–	–	–	0,33	–	–	**0,33**
Scoliciosporum umbrinum	–	–	–	–	–	0,67	–	–	**0,67**
Xanthoria fallax	–	–	–	–	–	–	4,33	–	**4,33**
Xanthoria parietina	2,67	0,67	0,33	11,00	1,67	–	–	–	**16,34**
Indice BIs	**44,0**	**42,7**	**56,3**	**118,8**	**58,0**	**117,7**	**96,0**	**91,7**	**625,1**

Tab. 3.2 – Tabella riassuntiva dei rilievi di bioindicazione.

I licheni fruticosi, squamulosi e leprosi sono presenti con una sola specie ciascuno (2,70% del totale).

Solo quattro specie, il 10,81% del totale, sono comparse in più di 2/3 dei rilievi; tra queste, *Candelaria concolor* e *Phaeophyscia orbicularis* sono state trovate in tutte le stazioni, mentre *Physcia adscendens* e *Punctelia subrudecta,* sono state segnalate in sei delle otto stazioni di bioindicazione.

Ventidue specie, il 59,46% del totale, invece, sono comparse in meno di 1/3 delle stazioni; tra queste, dodici specie sono state trovate una sola volta.

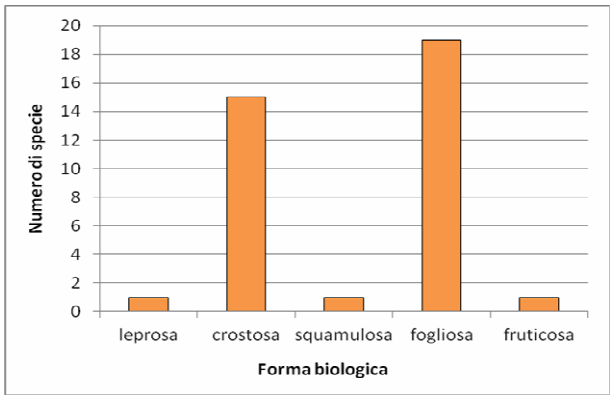


Fig. 3.1 – Ripartizione delle specie nelle cinque forme biologiche principali.

Nella Tab. 3.3 è riportato l'elenco delle specie individuate nelle 36 stazioni di bioindicazione, accompagnato dalla frequenza percentuale riferita al numero complessivo delle stazioni.

Specie	Frequenza %
Candelaria concolor	100,00
Phaeophyscia orbicularis	100,00
Physcia adscendens	75,00
Punctelia subrudecta	75,00
Candelariella reflexa	62,50
Hyperphyscia adglutinata	62,50
Lecanora chlarotera	62,50
Lecidella elaeochroma	62,50
Xanthoria parietina	62,50
Arthonia radiata	37,50
Lepraria incana	37,50
Naetrocymbe punctiformis	37,50
Normandina pulchella	37,50
Parmelia sulcata	37,50
Physcia tenella	37,50
Candelariella xanthostigma	25,00
Lecanora argentata	25,00
Lecanora carpinea	25,00
Lecanora intumescens	25,00

Specie	Frequenza %
Melanelixia subaurifera	25,00
Melanohalea exasperatula	25,00
Parmelina tiliacea	25,00
Pertusaria albescens	25,00
Phaeophyscia hirsuta	25,00
Physconia distorta	25,00
Caloplaca ferruginea	12,50
Caloplaca herbidella	12,50
Caloplaca pyracea	12,50
Flavoparmelia caperata	12,50
Graphis scripta	12,50
Hypogymnia physodes	12,50
Phaeophyscia nigrescens	12,50
Physcia aipolia	12,50
Ramalina fastigiata	12,50
Rinodina exigua	12,50
Scoliciosporum umbrinum	12,50
Xanthoria fallax	12,50

Tab. 3.3 - Frequenza percentuale di ciascuna specie riferita alle 36 stazioni di rilevamento.

Sulla base delle loro esigenze ecologiche, le specie presenti nell'area di studio sono state classificate nei seguenti gruppi principali:

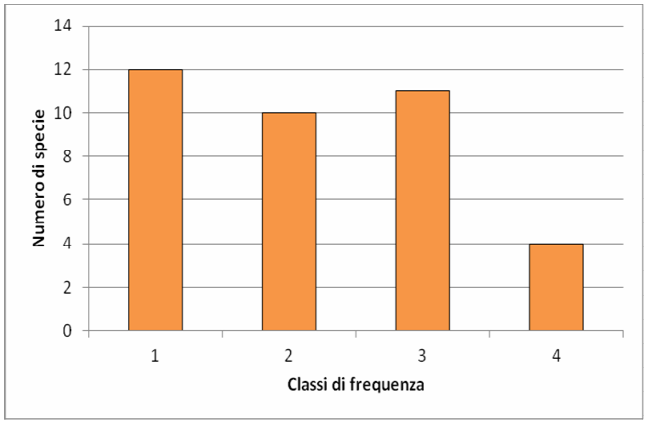


Fig. 3.2 - Distribuzione di frequenza delle specie citate nella lista floristica; nella classe 1 ci sono le specie comparse in una sola stazione; dalla 2 alla 4 rispettivamente: dal 5% al 33%, dal 33% al 66%, ed oltre il 66%.

1) Specie dello *Xanthorion* (*Physcetum adscendentis* s.l.): *Caloplaca pyracea, Candelaria concolor, Candelariella reflexa, Hyperphyscia adglutinata, Phaeophyscia hirsuta, P. nigricans, P. orbicularis, Physcia adscendens, P. aipolia, Xanthoria parietina.* Le specie facenti parte di questa comunità sono tra le più diffuse nelle zone più fortemente antropizzate di tutta Europa. Si insediano su alberi isolati, a scorza neutro-basica, eutrofizzata, in condizioni di elevata luminosità. Nella zona di studio sono comparse in tutte le stazioni, ma solamente in alcune hanno hanno raggiunto valori di frequenza elevati, da caratterizzare la tipologia vegetazionale. Tra le diverse associazioni dello *Xanthorion*, il *Physcetum adscendentis* è quella costituita dalle specie più fortemente nitrofile e più resistenti a fenomeni di inquinamento atmosferico.

2) Specie di aspetti più acidofili e meno nitrofili dello *Xanthorion* (*Parmelietum acetabuli* s.l.): *Caloplaca ferruginea, Candelariella xanthostigma, Melanohalea exasperatula, Physcia tenella, Pysconia distorta, Punctelia subrudecta, Ramalina fastigiata, Scoliciosporum umbrinum, Xanthoria fallax.* Queste specie hanno esigenze ecologiche intermedie tra quelle del gruppo precedente e quello seguente. Si instaurano su alberi isolati, a scorza subacida, scarsamente eutrofizzata. Sono leggermente meno eliofile e più igrofile delle specie precedenti.
   Nella zona di studio, queste specie hanno una ampia distribuzione ma quasi mai raggiungono frequenze elevate da caratterizzare la vegetazione.

3) Specie del *Parmelion* (*Parmelietum revolutae* s.l.): *Caloplaca herbidella, Flavoparmelia caperata, Hypogymnia physodes, Melanelixia subaurifera, Normandina pulchella, Parmelia sulcata, Parmelina tiliacea*. Si tratta di specie strettamente mesofile, molto comuni nella vegetazione epifita della fascia temperata, su alberi a scorza acida e subacida, non eutrofizzata, con prevalenza di luce diffusa, in siti a microclima né particolarmente umido né particolarmente secco. La maggior parte di queste specie risulta essere molto sensibile alla pressione antropica. Nell'area di studio queste specie compaiono sporadicamente e spesso con bassi indici di frequenza.

4) Specie del *Graphidion* (*Pertusarietum hemisphaericae* s.l.): *Graphis scripta, Pertusaria albescens.* Costituiscono una comunità di licheni crostosi a carattere pioniere con elevate

esigenze di umidità. Generalmente prediligono condizioni di modesta luminosità, per cui tendono ad essere frequenti in stazioni a prevalente carattere forestale.
Nella zona monitorata si trovano, quasi sempre, mescolate alle specie del *Parmelion*.

5) Specie del *Lecanorion* (*Lecanoretum subfuscae* s.l.): *Arthonia radiata, Lecanora argentata, L. carpinea, L. chlarotera, L. intumescens, Lecidella elaeochroma, Naetrocymbe puntiformis, Rinodina exigua.* Si tratta di specie molto diffuse, che costituiscono comunità pioniere su alberi con scorza giovane, o dotata di scarsa ritenzione idrica. Dato il loro carattere sono tutte specie scarsamente condizionate dalle caratteristiche climatiche ed occupano tutte le zone comprese tra la fascia mediterranea a quella subalpina. Nell'area di studio solo un paio di specie compaiono con una certa frequenza, accompagnando di preferenza le specie dello *Xanthorion*.

7) Specie del *Calicion* (*Leprarietum candelaris* s.l.): *Lepraria incana.* Si tratta di specie che tendono ad insediarsi su superfici raramente bagnate dalla pioggia, su scorza fortemente acida, in aree naturali o seminaturali a clima umido. La maggior parte delle specie è molto sensibile alla pressione antropica. Nell'area di studio è comparsa una sola specie in stazioni caratterizzate da elevata umidità edafica.

Nel complesso, la biodiversità lichenica della zona in oggetto è caratterizzata dalla larga prevalenza di specie dello *Xanthorion,* con elementi floristici degli altri gruppi che partecipano alle associazioni più come specie accompagnatorie che non come elementi caratterizzanti.
Le specie più rare e sensibili del *Parmelion,* del *Graphidion* e del *Calicion* sono presenti in modo sparso, quasi sempre con frequenze non particolarmente rilevanti.

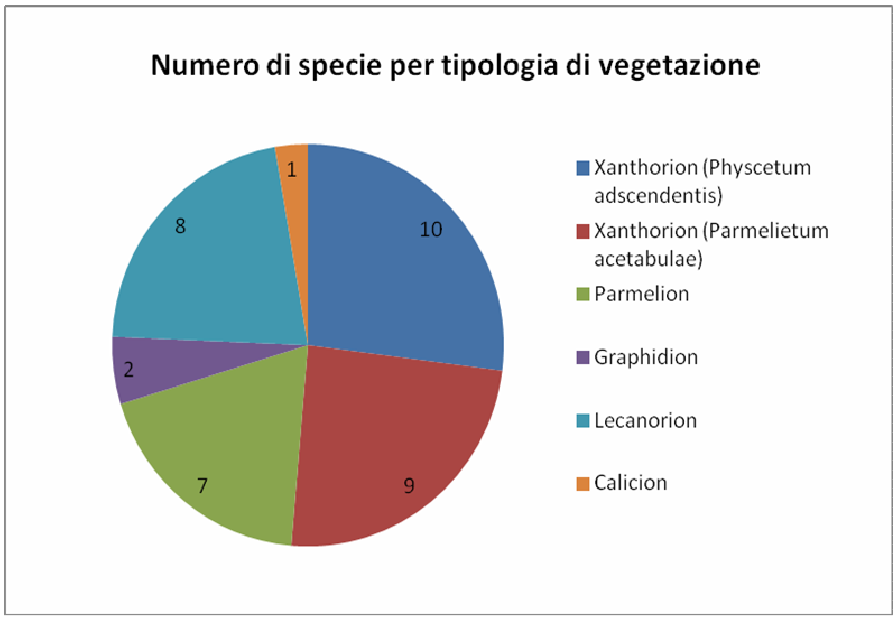


Fig. 3.3 – Ripartizione per tipologia di vegetazione delle 37 specie individuate.

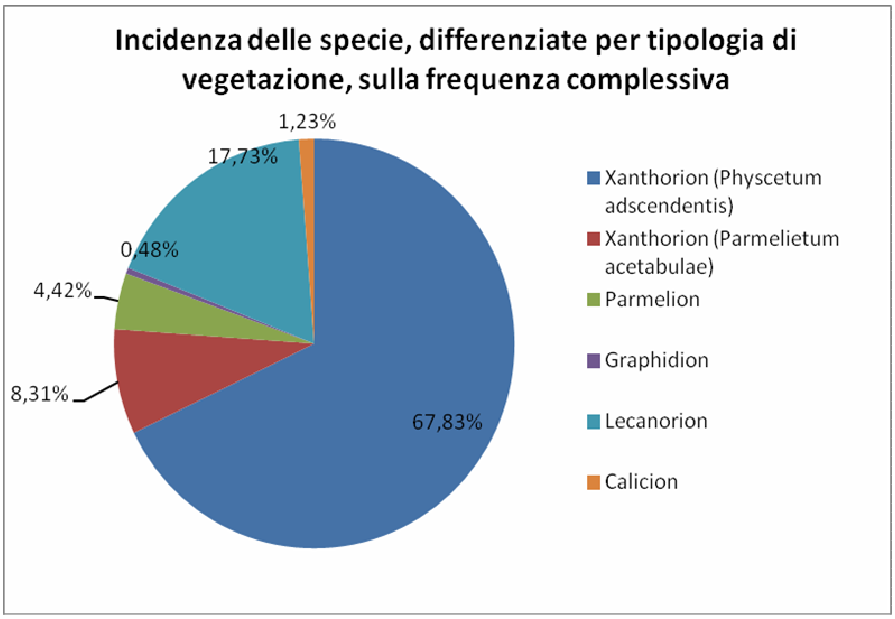


Fig. 3.4 – Incidenza sulla frequenza complessiva delle 86 specie individuate, differenziate per tipologia vegetazionale.

Nelle figure che seguono sono riportate le carte di distribuzione dei gruppi di specie che tipicizzano i tipi vegetazionali descritti. Le carte sono basate sul grado di incidenza percentuale che i diversi gruppi di specie hanno sull'indice di biodiversità stazionale (BLs). Le carte sono state ottenute mediante modellizzazione geostatica utilizzando come metodo di interpolazione *l'Inverse Distance*.

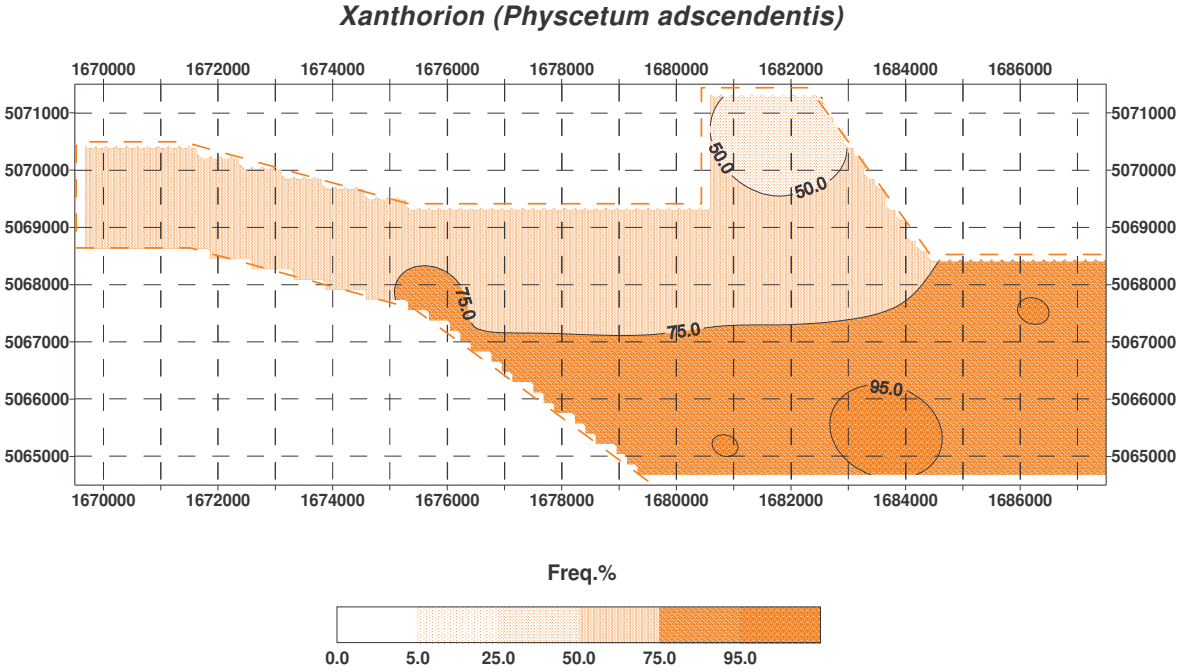
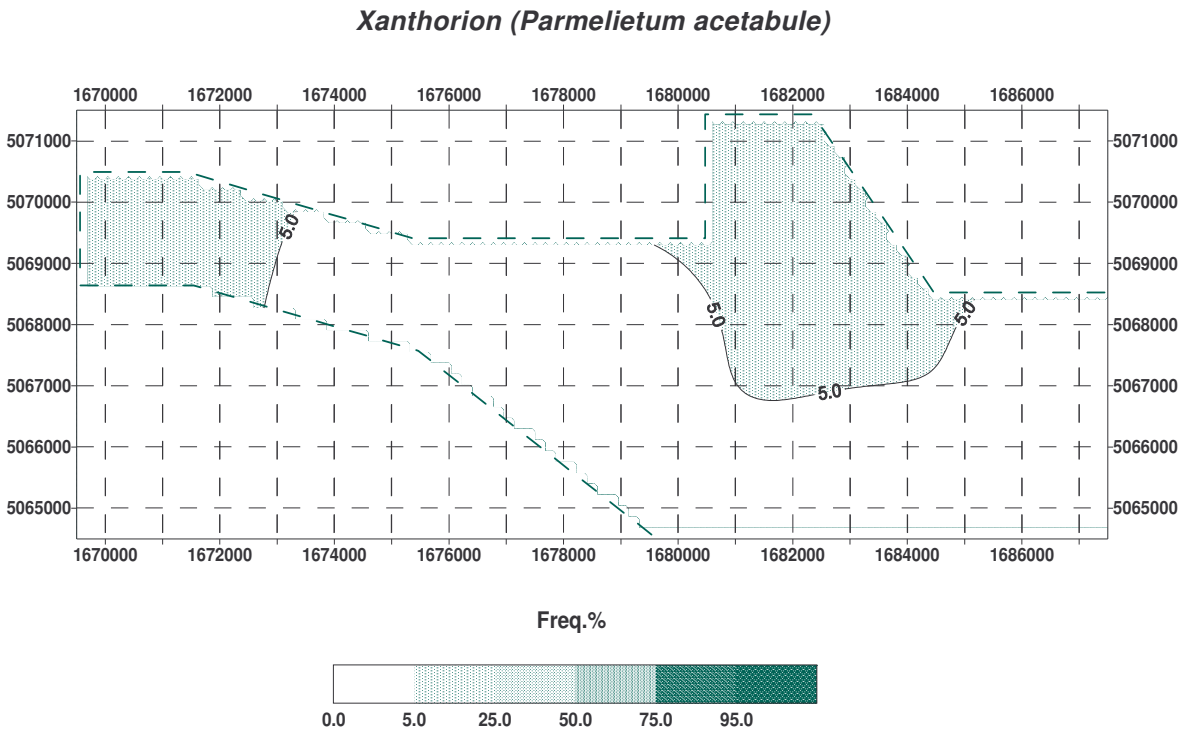


Fig. 3.5a – Distribuzione sul territorio monitorato delle specie appartenenti alle diverse tipologie vegetazionali, definita in base al grado di incidenza che le stesse specie hanno nel determinare l'Indice di Biodiversità Lichenica della stazione (IBL).



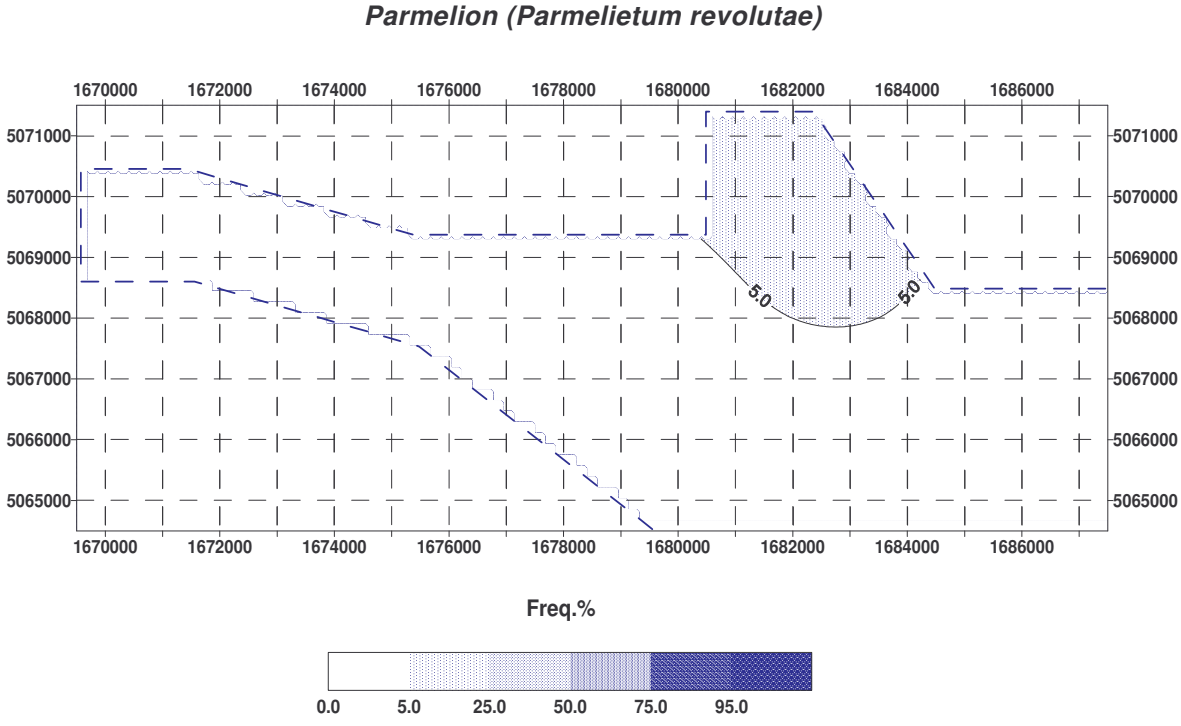


Fig. 3.5b – Distribuzione sul territorio monitorato delle specie appartenenti alle diverse tipologie vegetazionali, definita in base al grado di incidenza che le stesse specie hanno nel determinare l'Indice di Biodiversità Lichenica della stazione (IBL).

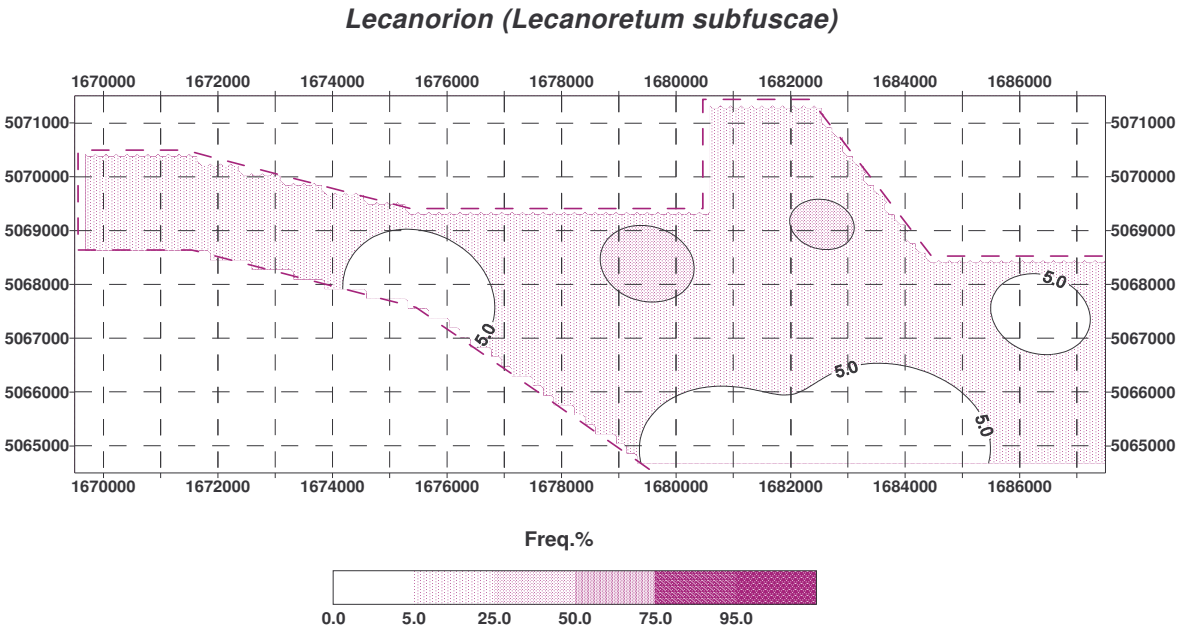


Fig. 3.5c – Distribuzione sul territorio monitorato delle specie appartenenti alle diverse tipologie vegetazionali, definita in base al grado di incidenza che le stesse specie hanno nel determinare l'Indice di Biodiversità Lichenica della stazione (IBL).

3.2. Analisi dei cluster ed indici ecologici

Dall'osservazione dei rilievi riportati in tabella 3.2 e dagli aerogrammi di figg. 3.3 e 3.4 si rileva che, nonostante l'ampia variabilità riscontrata tra le diverse stazioni, in quanto a numero di specie, la flora che le caratterizza è costituita in prevalenza di elementi appartenenti all'alleanza dello *Xanthorion.* Questi, però, pur risultando ovunque prevalenti, sono accompagnati, talora, da taxa caratteristici di altre tipologie vegetazionali.

Al fine di evidenziare quanto sono significative queste differenze floristiche tra le stazioni, è stata costruita una matrice "*specie x stazioni*", nella quale in ogni cella è stata riportata la presenza/assenza di ogni singola specie per ciascuna stazione.

La matrice è stata sottoposta ad analisi multivariata utilizzando il package di programmi MULVA (Wildi & Orloci, 1984). Per la classificazione numerica è stata utilizzata come funzione di somiglianza il Coefficiente di correlazione e la Minima Varianza come algoritmo di clustering.

Dall'elaborazione dei dati sono state escluse le specie presenti in meno di due stazioni.

Dall'interpretazione del dendrogramma ottenuto (Fig. 3.6) sono stati discriminati tre principali gruppi di stazioni.

- **Gruppo 1**. E' costituito dalle stazioni 1a, 2a e 3a ubicate nelle zone urbane di Schio, Torrebelvicino e Valli del Pasubio. Il gruppo presenta una varietà floristica di solo 9 specie, con un numero medio per stazione di 5,3. La Biodiversità Lichenica ha un valore medio di

47,7. Le specie presenti sono quasi tutte appartenenti all'alleanza dello *Xanthorion* e all'associazione del *Physcietum adscendentis*.

- **Gruppo 2**. Comprende 4 stazioni dislocate tutte in ambienti di carattere rurale. La flora è caratterizzata da un discreto numero di specie: 31 - con una media di 16,0 specie per stazione. Gli elementi floristici che più di altri incidono sull'indice di biodiversità lichenica sono sempre quelli dello *Xanthorion parietinae* (*Physcetum adscendentis*) e, in misura minore, del *Lecanorion subfuscae*. La biodiversità lichenica di ogni stazione risulta tendenzialmente elevata con un valore medio di 96,6.
- **Gruppo 3.** Questo gruppo è costituito dalla sola stazione 7a, ubicata nella parte superiore dell'Altipiano di Tretto in un contesto ambientale di tipo agricolo-forestale. La varietà floristica è di 23 specie con un indice IBL di 96,0. La flora è sempre dominata dalle specie del *Physcetum adscendentis* ma, queste, a differenza delle stazioni del secondo gruppo presentano una minore incidenza sull'Indice di Biodiversità Lichenica della stazione (BLs).

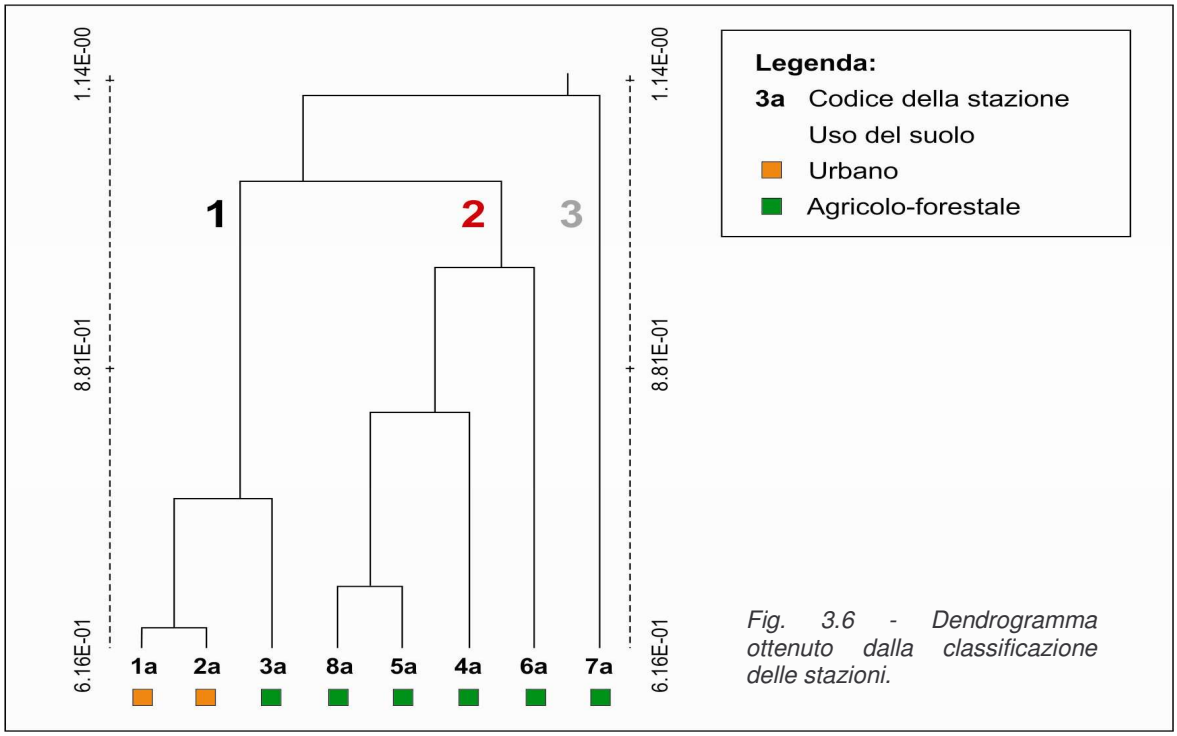


Fig. 3.6 - Dendrogramma ottenuto dalla classificazione delle stazioni.

Nella tabella 3.4 sono messi a confronto i rilievi spettanti a ciascuno dei tre gruppi di stazioni. La figura 3.6, invece, rappresenta la distribuzione sul territorio dei tre gruppi.

Il confronto dei rilievi, spettanti alle stazioni di ciascun gruppo, consente di cogliere alcune differenze floristiche che si concretizzano nella maggiore o minore incidenza che le specie, appartenenti a comunità diverse, hanno nel determinare la biodiversità lichenica delle stazioni (BLs).

Nel primo gruppo sono presenti solo poche specie appartenenti in massima parte all'alleanza dello *Xanthorion* e, più precisamente, all'associazione del *Physcietum adscendentis.*

Gruppo	1			2				3	
Specie\Stazione	**1a**	**2a**	**3a**	**8a**	**5a**	**4a**	**6a**	**7a**	**Totali**
Arthonia radiata	–	–	–	–	–	2,00	0,33	0,67	**3,00**
Caloplaca ferruginea	–	–	–	–	–	–	–	1,33	**1,33**
Caloplaca herbidella	–	–	–	–	–	–	0,33	–	**0,33**
Caloplaca pyracea	–	–	–	–	–	2,50	–	–	**2,50**
Candelaria concolor	18,33	20,00	18,00	17,67	20,00	18,25	19,33	20,00	**151,58**
Candelariella reflexa	–	–	5,67	16,67	–	2,50	17,33	0,67	**42,84**
Candelariella xanthostigma	–	–	–	–	–	3,50	5,33	–	**8,83**
Flavoparmelia caperata	–	–	–	–	–	–	0,67	–	**0,67**
Graphis scripta	–	–	–	–	–	0,50	–	–	**0,50**
Hyperphyscia adglutinata	–	–	4,00	10,00	13,00	3,00	16,33	–	**46,33**
Hypogymnia physodes	–	–	–	–	–	–	–	0,33	**0,33**
Lecanora argentata	–	–	–	–	–	1,75	1,67	–	**3,42**
Lecanora carpinea	–	–	–	–	–	–	0,67	2,00	**2,67**
Lecanora chlarotera	–	–	–	6,33	0,33	7,25	10,00	9,67	**33,58**
Lecanora intumescens	–	–	–	3,67	–	1,00	–	–	**4,67**
Lecidella elaeochroma	–	–	–	12,67	1,33	13,25	17,33	11,00	**55,58**
Lepraria incana	–	–	6,67	–	–	–	0,33	0,67	**7,67**
Melanelixia subaurifera	–	–	–	–	–	1,75	2,33	–	**4,08**
Melanohalea exasperatula	–	–	–	–	–	–	4,00	11,67	**15,67**
Naetrocymbe punctiformis	–	–	–	3,33	0,33	–	0,67	–	**4,33**
Normandina pulchella	–	–	7,00	–	–	–	0,67	1,00	**8,67**
Parmelia sulcata	–	–	–	–	–	0,25	0,33	1,67	**2,25**
Parmelina tiliacea	–	–	–	–	–	–	2,67	8,00	**10,67**
Pertusaria albescens	–	–	–	–	–	–	1,00	1,67	**2,67**
Phaeophyscia hirsuta	–	–	–	–	–	18,00	–	1,67	**19,67**
Phaeophyscia nigrescens	–	–	–	–	–	–	–	0,33	**0,33**
Phaeophyscia orbicularis	19,67	20,00	14,33	18,67	20,00	5,00	7,00	8,67	**113,34**
Physcia adscendens	3,33	–	–	2,00	0,67	20,00	1,33	6,00	**33,33**
Physcia aipolia	–	–	–	–	–	–	–	1,00	**1,00**
Physcia tenella	–	–	–	0,67	–	3,50	5,33	–	**9,50**
Physconia distorta	–	–	–	–	–	3,50	–	1,67	**5,17**
Punctelia subrudecta	–	2,00	0,33	–	0,67	0,25	1,67	1,67	**6,59**
Ramalina fastigiata	–	–	–	–	–	–	–	0,33	**0,33**
Rinodina exigua	–	–	–	–	–	–	0,33	–	**0,33**
Scoliciosporum umbrinum	–	–	–	–	–	–	0,67	–	**0,67**
Xanthoria fallax	–	–	–	–	–	–	–	4,33	**4,33**
Xanthoria parietina	2,67	0,67	0,33	–	1,67	11,00	–	–	**16,34**
Indice BIs	**44,0**	**42,7**	**56,3**	**91,7**	**58,0**	**118,8**	**117,7**	**96,0**	**625,1**
Indice BIs medio	**47,7**			**96,6**					

Tab. 3.4 – Tabella riassuntiva dei rilievi di bioindicazione suddivisi per gruppo come da ordinamento delle stazioni.

Nel secondo gruppo, invece, fanno la loro comparsa numerose specie appartenenti ad altre comunità. Queste, però, si presentano sempre con frequenze molto basse da non incidere significativamente sull'Indice di Biodiversità Lichenica delle stazioni, che viene sempre ad essere determinato dalle specie appartenenti al *Physcietum adscendentis.*

Nel terzo gruppo, infine, la situazione tende a cambiare in quanto le specie del *Parmelietum acetabule,* del *Parmelion* e del *Lecanorion,* insieme, incidono sull'Indice di Biodiversità per oltre il 60%.

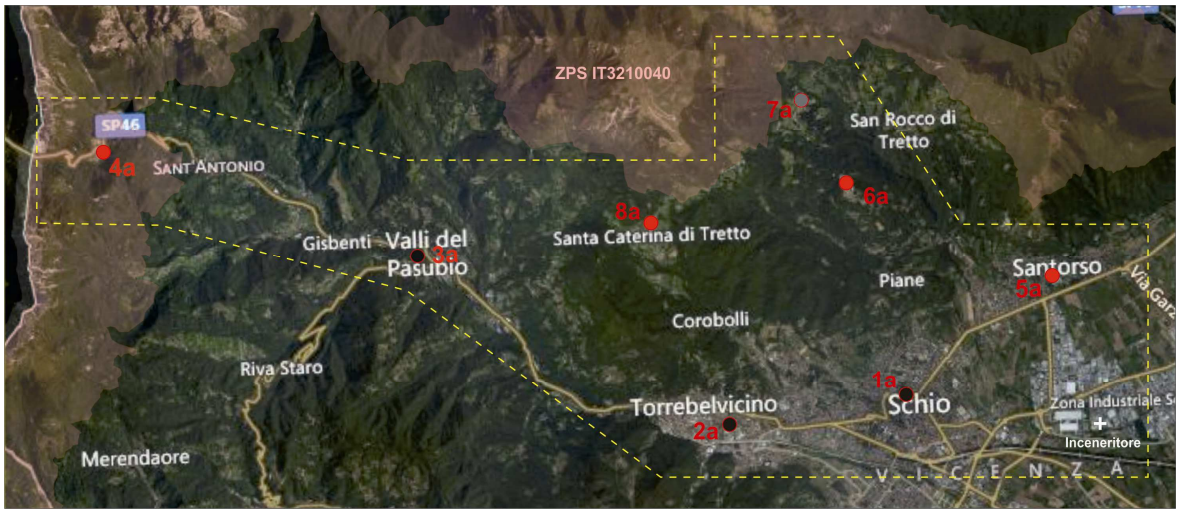


Fig. 3.7 - Distribuzione sul territorio dei tre gruppi di stazioni: in nero sono le stazioni del primo gruppo, in rosso quelle del secondo gruppo ed in grigio quelle del terzo.

Per un più preciso inquadramento della vegetazione lichenica dei tre gruppi di stazioni si è provveduto anche a una interpretazione della stessa mediante l'utilizzo di indici ecologici attribuiti alle singole specie, in analogia a quanto proposto da Nimis & Dallai (1985) e da Nimis et al. (1987). Gli indici utilizzati sono stati ricavati dal sistema informativo ITALIC (Nimis, 2000) consultabile in rete. Questi sono espressi da uno o più numeri su una scala ordinale, che indicano lo spettro di tolleranza ecologica di una specie in riferimento alle esigenze di acidità del substrato (indice di pH), al grado di eutrofizzazione dello stesso (indice di eutrofizzazione), alle condizioni di umidità (indice di igrofitismo) e di luce (indice di fotofitismo).

I valori degli indici sono come segue:

Indice di pH del substrato	Indice di igrofitismo
1. Specie adatta a substrato molto acido	1. Specie igrofitica (in zone con frequenti nebbie)
2. Specie adatta a substrato subacido	2. Specie abbastanza igrofitica
3. Specie adatta a substrato subneutro	3. Specie mesofitica
4. Specie adatta a substrato leggermente basico	4. Specie xerofitica (in zone da moderatamente secche a secche)
5. Specie adatta a substrato basico	5. Specie molto xerofitica (in zone molto aride)

Indice di eutrofizzazione	Indice di fotofitismo
1. Specie non tollerante eutrofizzazione	1. Specie adatta o tollerante situazioni fortemente ombrose
2. Specie tollerante o adatta a eutrofizzazione molto debole	2. Specie adatta o tollerante situazioni ombreggiate
3. Specie tollerante o adatta a eutrofizzazione debole	3. Specie adatta o tollerante luce diffusa ma scarsa irradiazione diretta
4. Specie tollerante o adatta a eutrofizzazione relativamente alta	4. Specie adatta o tollerante situazioni con esposizione all'irraggiamento diretto
5. Specie tollerante o adatta a eutrofizzazione molto alta	5. Specie adatta o tollerante situazioni con alta irradiazione diretta

Tab. 3.5 - Indici ecologici attribuiti alle diverse specie di licheni.

Gli indici ecologici, quindi, permettono la distinzione tra specie eurioiche e specie stenoiche, e possono fornire utili informazioni per interpretare l'influsso di diversi parametri ecologici sulle variazioni di composizione della vegetazione lichenica tra stazioni o gruppi di stazioni (Badin & Nimis, 1996).

I risultati dell'elaborazione sono riportati negli istogrammi di figura 3.8.

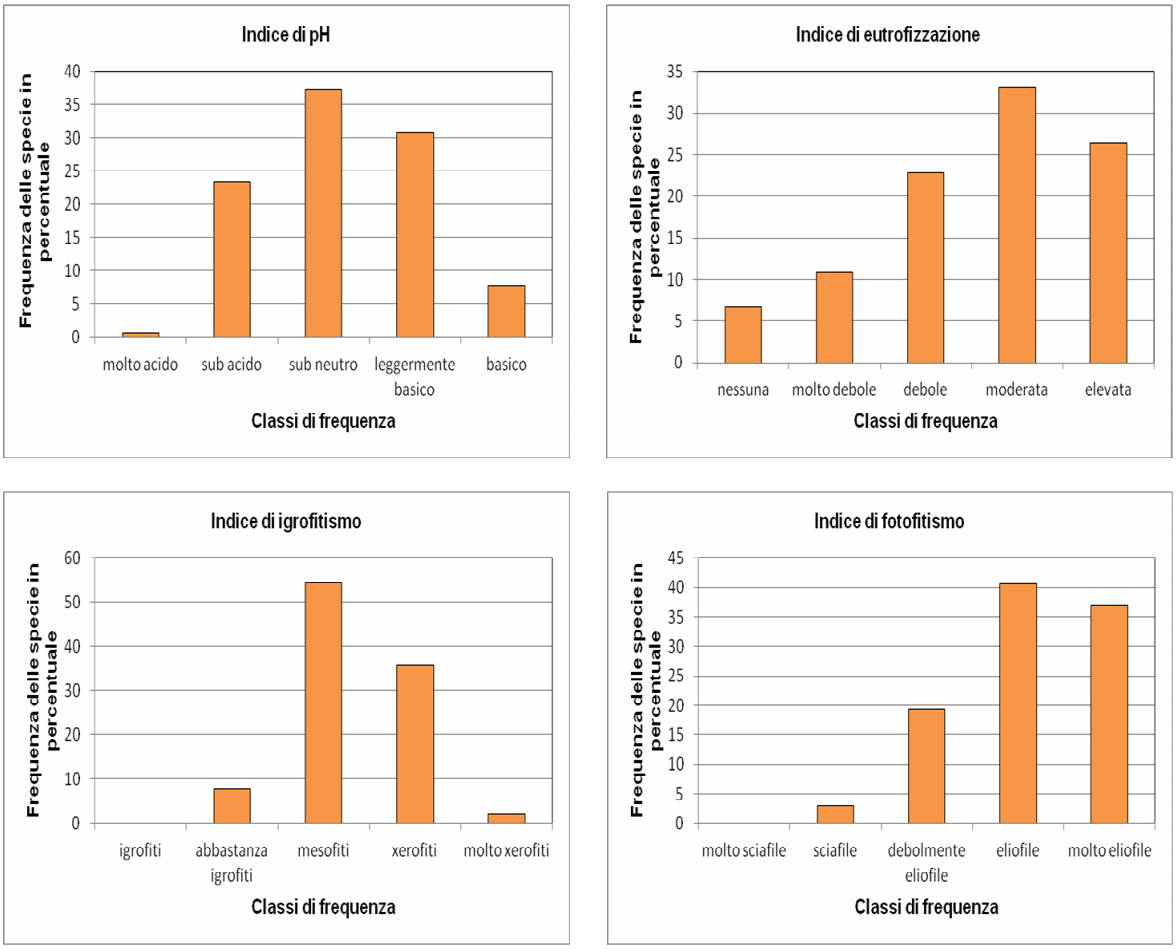


Fig. 3.8 – Istogrammi di frequenza degli indici ecologici da riferire all'intera flora lichenica.

Dalla loro osservazione si constata quanto segue. L'indice di pH, che esprime il chimismo delle scorze dei forofiti, indica condizioni variabili dalla sub neutralità ad una leggera basicità, in contrasto con le caratteristiche della scorza dei tigli che tende, invece, alla sub acidità. Questa risposta viene confermata anche dall'indice di eutrofizzazione che raggiunge un grado compreso tra moderato ed elevato. Il grado di igrofitismo e fotofitismo, invece, rispecchiano le condizioni fisiche delle stazioni, costituite da alberi isolati, in corrispondenza dei quali si verificano delle condizioni da mesofitiche a xerofitiche, con un elevato grado di luminosità diretta.

Mettendo a confronto i tre gruppi di stazioni individuati con l'ordinamento risultano evidenti le differenze ecologiche (tab. 3,6, fig. 3,7).

	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3
pH del substrato	**3,41**	**3,18**	**2,86**
Eutrofizzazione	**4,07**	**3,53**	**3,20**
Igrofitismo	**3,45**	**3,30**	**3,26**
Fotofitismo	**4,15**	**4,11**	**3,99**
n. medio di specie per stazione	**5,3**	**16,0**	**23**
IBL medio	**47,7**	**96,6**	**96,0**

Tab. 3.6 – Confronto tra il valore medio degli indici ecologici determinati per ciascun gruppo di stazioni.

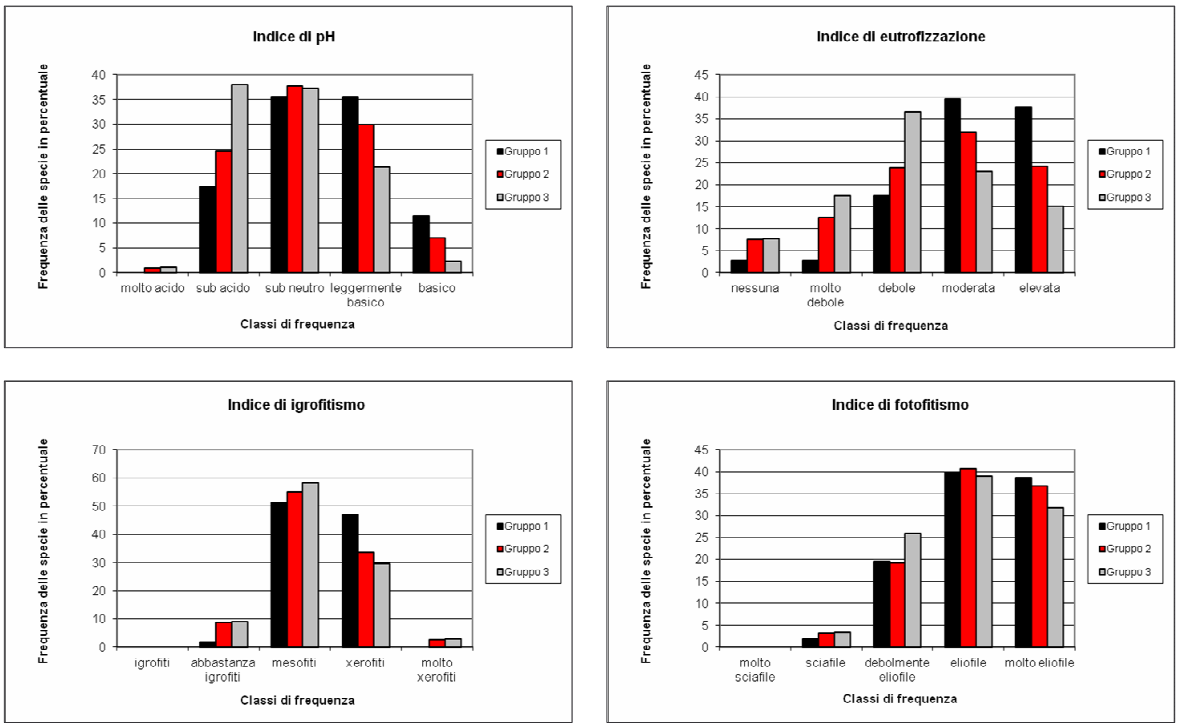


Fig. 3.9 – Istogrammi di frequenza degli indici ecologici relativi ai tre gruppi di stazioni.

Il primo gruppo comprende le stazioni in cui la flora rileva il maggiore grado di pH della scorza e la maggiore eutrofizzazione. Questi aspetti si riducono progressivamente nel passaggio alle stazioni del secondo gruppo e ulteriormente a quella del terzo. Le condizioni di igrofitismo e di fotofitismo, invece, appaiono molto meno variabili con differenze tra i gruppi sostanzialmente poco rilevanti.
Il numero medio di specie per stazione risulta molto basso nelle stazioni del gruppo 1 e progressivamente crescente nelle stazioni dei gruppi 2 e 3. Anche il valore medio della Biodiversità Lichenica è modesto per le stazioni del primo gruppo e di entità decisamente superiore per le stazioni degli altri due gruppi. Tra le stazioni dei gruppi 2 e 3, nonostante la netta differenza riguardo il numero medio di specie presenti per singola stazione, si rileva una modesta differenza per quanto riguarda l'Indice di Biodiversità Lichenica. Questa condizione è giustificata dalla maggiore frequenza che caratterizza le specie appartenenti alle stazioni del secondo gruppo rispetto alle medesime facenti parte della stazione che costituisce il terzo gruppo.

3.3. Modello geostatistico relativo alla bioindicazione

In questo paragrafo sono riportati i modelli geostatistici di distribuzione dei valori di biodiversità lichenica nell'area di studio. In particolare, sono riportate le mappe elaborate relative ai seguenti aspetti:

- mappa interpolata dei valori di IBL nell'area di studio dal valore minimo al valore massimo (10 classi equivalenti – Fig. 3.11)
- mappe interpolate dei valori di IBL categorizzati sulla base delle scale interpretative di naturalità/alterazione, basate sullo scostamento percentuale rispetto ai valori di naturalità potenziale delle comunità licheniche (Figg. 3.12, 3.13).

In Tab. 3.7 sono riportati tutti i valori di biodiversità rilevati su ogni singolo forofita.
Questi dati sono stati utilizzati per il calcolo dell'Indice di Biodiversità Lichenica della stazione (Bls), ottenuto mediando i valori di biodiversità rilevati sui diversi forofiti.
In ciascun quadrante sono stati selezionati tre soli forofiti, talora in UCS diverse a causa dei pochi alberi idonei. In situazioni di questo tipo, avendo constatato che le stazioni in cui ricadevano le UCS spesso presentavano differenze ambientali non trascurabili, l'Indice di Biodiversità Lichenica attribuito all'UCP è stato determinato dalla media della biodiversità rilevata in ciascuna UCS.
In Tab. 3.7 è riportata anche l'elaborazione dei dati da cui sono risultati i valori di Biodiversità Lichenica (BLs) utilizzati per la stesura delle carte.
Le 8 Unità di Campionamento Primarie (UCP), che costituiscono la rete di bioindicazione, presentano valori di IBL compresi tra un minimo di 42,7 (stazione 2a) ed un massimo di 118,8 (stazione 4a), con un valore medio di 80,8 ± 38,1 e una mediana di 74,8. La distribuzione percentile dei dati (Fig. 3.9) evidenzia come il *dataset* sia spostato su valori elevati di IBL, rientranti nelle fasce di naturalità (IBL>75) già per il 50° percentile di distribuzione.

Stazione	UCP	UCS	Forofita	Esposizione				Indice Bls
				N	E	S	W	
1a	**1**	21	1	12	10	9	12	43
			2	15	10	5	12	42
			3	13	12	11	11	47
			media	13,33	10,67	8,33	11,67	**44,00**
2a	**3**	03	1	10	10	10	11	41
			2	10	10	11	10	41
			3	10	15	11	10	46
			media	10,00	11,67	10,67	10,33	**42,67**
3a	**4**	41	1	6	17	15	16	54
			1	19	10	16	14	59
			2	14	15	15	12	56
			media UCS	16,50	12,50	15,50	13,00	57,50
			media	11,25	14,75	15,25	14,50	**55,75**
4a	**7**	01	1	27	26	32	31	116
		12	1	32	41	23	38	134
			2	15	36	35	23	109
			media UCS	23,50	38,50	29,00	30,50	121,50
			media	25,25	32,25	30,50	30,75	**118,75**
5a	**0**	41	1	16	12	16	13	57
			2	14	12	13	21	60
			3	13	11	20	13	57
			media	14,33	11,67	16,33	15,67	**58,00**
6a	**0**	22	1	31	22	32	23	108
			2	27	30	30	32	119
			3	41	35	28	22	126
			media	33,00	29,00	30,00	25,67	**117,67**
7a	**3**	43	1	18	24	16	28	86
			2	25	23	11	37	96
			3	31	31	24	20	106
			media	24,67	26,00	17,00	28,33	**96,00**
8a	**0**	02	1	32	28	17	22	99
			2	28	30	12	29	99
			3	23	24	15	15	77
			media	27,67	27,33	14,67	22,00	**91,67**

Tab. 3.7 – Determinazione dell'Indice di Biodiversità lichenica (Bls) attribuito ad ogni UCP.

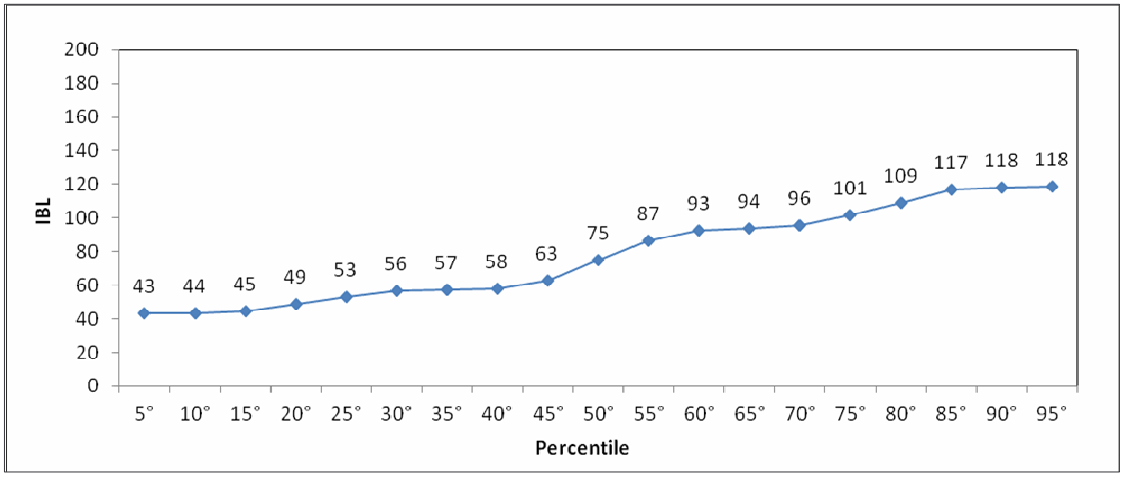


Fig. 3.10 – Percentili di distribuzione dei valori di IBL rilevati nelle 8 UCP.

Per la realizzazione della carta della Biodiversità Lichenica sono stati utilizzati i dati di tutte le 8 stazioni di bioindicazione. Come previsto dalla normativa ANPA, sono state impiegate classi di naturalità/alterazione delle comunità licheniche per verificare la presenza o meno di pressioni antropiche in grado di interferire con il loro sviluppo. La scala a cui si è fatto riferimento è quella calibrata per l'area biogeografia Padano-adriatica (Castello & Skert, 2005), articolata in sette classi di Biodiversità Lichenica, che esprimono il grado di deviazione da condizioni ritenute "naturali" (zone prive di attività antropiche e lontane da rilevanti fenomeni di dispersione di gas fitotossici). A ciascuna classe è associato un colore identificativo per i riporti cartografici.

Classi	Valori IBL	Colore
1. Naturalità molto alta	> 75	Blu
2. Naturalità alta	61 . 75	Verde scuro
3. Naturalità media	46 – 60	Verde chiaro
4. Naturalità bassa / Alterazione bassa	31 – 45	Giallo
5. Alterazione media	16 – 30	Arancione
6. Alterazione alta	1 - 15	Rosso
7. Alterazione molto alta	0	Viola

Tab. 3.8 – Scala di naturalità/alterazione basata sui valori di IBL valida per la regione bioclimatica Padano-adriatica (da Castello & Skert, 2005). Sono riportati i valori di IBL corrispondenti a ciascuna classe e i colori ad essa associati nella mappa.

I valori di IBL relativi a ciascuna UCP sono stati relazionati alle classi rappresentate nella tabella 3.8, ottenendo gli istogrammi riportati nelle figure 3.10 e 3.11. La distribuzione dei valori risulta spostata verso le fasce di naturalità a partire dalla naturalità bassa (31<IBL<45), con 2 UCP (25% delle stazioni), alla naturalità media (46<IBL<60), anche in questo caso con 2 UCP (25% delle stazioni) e, infine, con la classe di naturalità molto alta (IBL>75) con le restanti 4 UCP (50% delle stazioni).

La buona frequenza di valori nelle fasce di naturalità molto alta e di naturalità media, nonché l'assenza di UCP comprese nelle classi di alterazione (0>IBL>30) e di deserto lichenico (IBL=0) denotano un buono stato generale delle comunità licheniche epifite rilevate sugli alberi della rete.

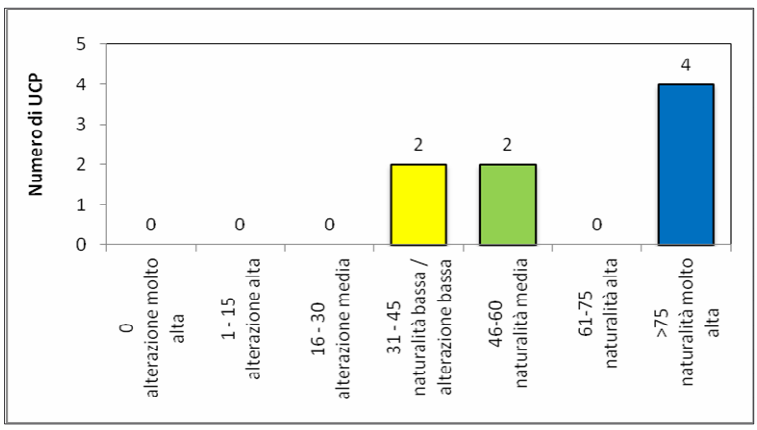


Fig. 3.11 – Distribuzione dei valori di IBL rilevati categorizzati in classi di naturalità/alterazione.

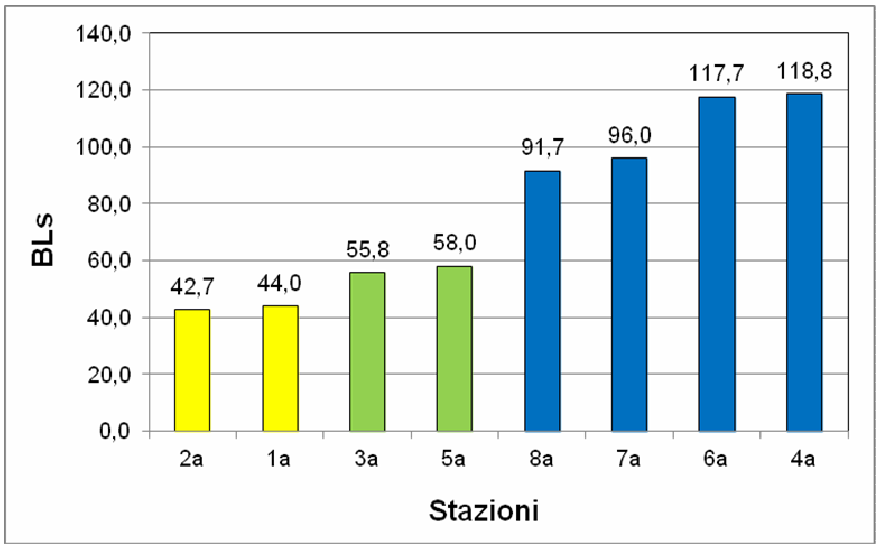


Fig. 3.12 – Valori di IBL rilevati in corrispondenza di ciascuna UCP ordinati con andamento crescente. I colori assegnati alle barre dell'istogramma corrispondono alla sottoclasse di naturalità/alterazione corrispondente.

Le mappe nelle figure. 3.12 e 3,13 sono basate su valori di IBL, categorizzati sulla base delle scale interpretative di Tab. 3.8, che consentono di interpretare i valori di biodiversità sulla base dello scostamento rispetto alla naturalità potenziale riscontrabile nella fascia bioclimatica Padano-adriatica.

La mappa di Fig. 3.14, invece, è stata ottenuta dall'interpolazione dei valori di IBL, da quello minimo al quello massimo, ripartiti in 8 classi equivalenti, Questa rappresentazione permette di visualizzare più dettagliatamente i siti che presentano i valori massimi e minimi di IBL.

Il valore massimo di biodiversità lichenica (118,8) è stato rilevato nella stazione 4a, situata negli immediati dintorni di Pian delle Fugazze, a 1075 metri di altitudine. La stazione si trova nel settore più occidentale dell'area di studio, alla testata della Valle Leogra, all'interno della Zona di Protezione Speciale (ZPS) IT3210040. L'ambiente circostante è caratterizzato in prevalenza da boschi interrotti, talvolta, da radure erbose utilizzate a prato o a pascolo.

All'opposto, la stazione nella quale è stato rilevato il minimo valore di IBL è la 2a (42,7), situata nel centro urbano di Torrebelvicino. La quota è di circa 240 metri s.l.m. e il contesto circostante è quello di un'area intensamente urbanizzata nella quale si compenetrano quartieri residenziali ad altri a prevalente attività industriale e commerciale.

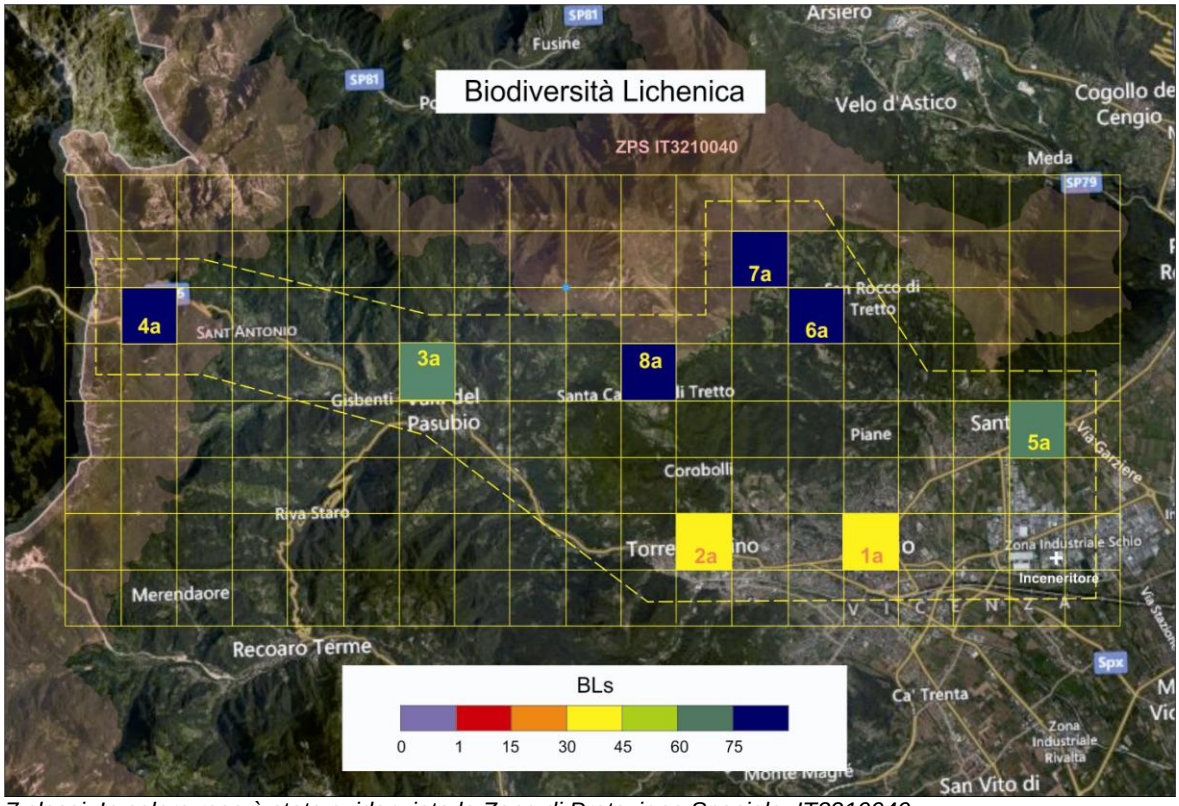
Nella medesima Valle è stato possibile realizzare una terza stazione di bioindicazione, in località Valli del Pasubio, dove si è stato raccolto un risultato intermedio a due estremi (55,8).

Massimo e minimo relativo sono stati individuati rispettivamente in località Bosco di Tretto, nella stazione 6a (117,7) e nel centro urbano di Schio, nella stazione 1a (44,0). In entrambi i casi, la tipologia ambientale risulta molto affine alle due stazioni in cui sono stati rilevati il massimo ed il minimo assoluto di IBL.

I risultati del modello categorizzato sulla base della scala di naturalità/alterazione rispecchia quanto precedentemente osservato sulla base delle statistiche descrittive e mostra un quadro positivo dello stato di salute delle comunità licheniche epifite.

All’aumentare dell’altitudine risulta chiaramente evidente il progressivo innalzamento dei valori di Biodiversità Lichenica. Tale risultato porta ad ipotizzare l’assenza di considerevoli pressioni antropiche sul territorio in particolar modo con l’avvicinarsi alla Zona di Protezione Speciale IT3210040.

Fig. 3.13 – Distribuzione sul territorio dei valori di IBL. I quadrati colorati rappresentano le UCP dove hanno sede le stazioni di bioindicazione. I diversi colori sono da riferire alla scala di naturalità/alterazione articolata in 7 classi. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.



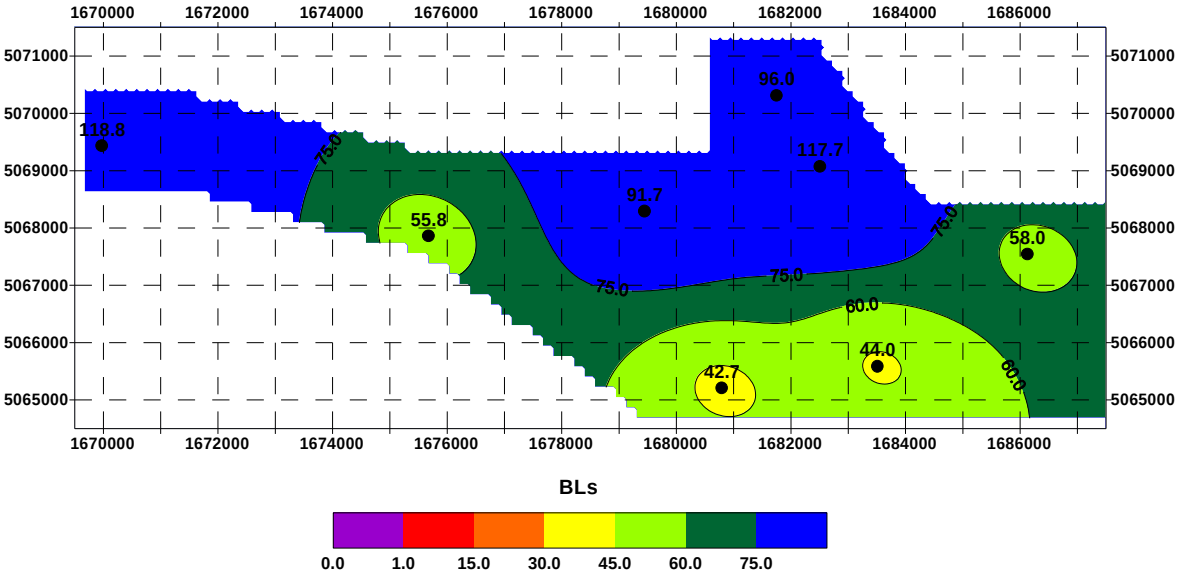


Fig. 3.14 – Mappa dei valori di IBL basata sulla scala di naturalità/alterazione articolata in 7 classi.

Fig. 3.14 – Mappa dei valori di IBL basata sulla scala di naturalità/alterazione articolata in 7 classi.

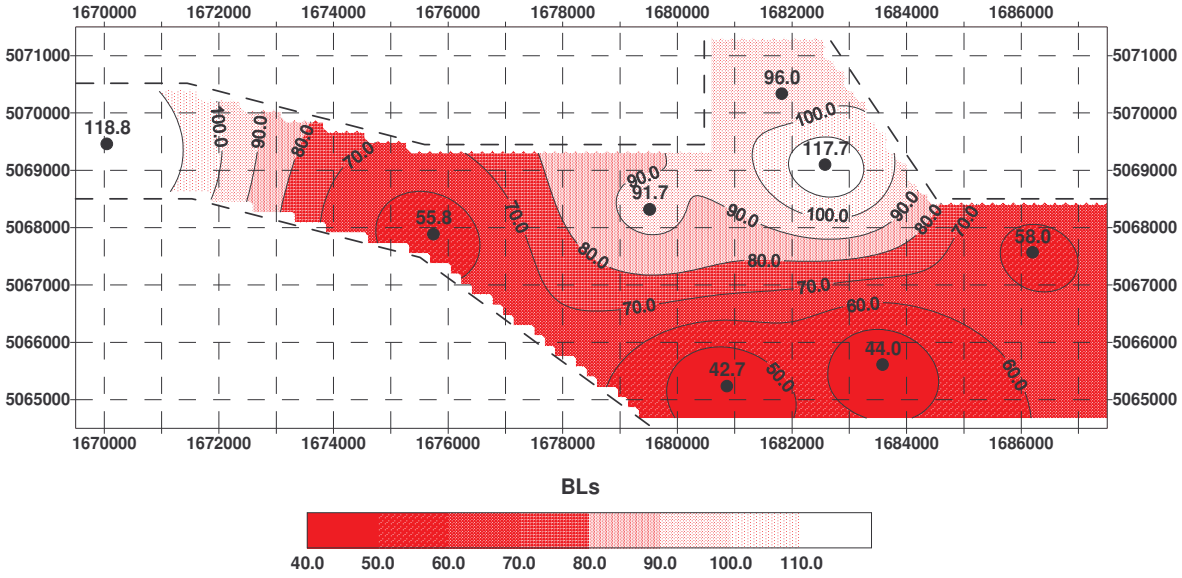


Fig. 3.15 – Mappa dei valori di IBL suddivisi in otto classi definite dalla differenza tra i valori massimo e minimo..

Gridding Report

Gridding Rules

Gridding Method:	Inverse Distance to a Power
Weighting Power:	2
Smoothing Factor:	0
Anisotropy Ratio:	0,8
Anisotropy Angle:	70°

Search Parameters

No Search (use all data):	true

Output Grid

Grid Size:	40 rows x 100 columns
Total Nodes:	4000
Filled Nodes:	2055
Blanked Nodes:	1945

Grid Geometry

X Minimum:	1669500
X Maximum:	1671500
X Spacing:	181.818
Y Minimum:	5064500
Y Maximum:	5071500
Y Spacing:	179.487

Tab. 3.9 – Parametri principali utilizzati per l'elaborazione delle carte della Biodiversità Lichenica.

3.4. Qualità del dato

Il valore di Biodiversità di ogni singola stazione è stato ottenuto mediando i valori rilevati sui singoli forofiti e nelle diverse UCS. La discordanza dei valori ricavati nella stessa UCS o in UCS appartenenti alla medesima UCP (espressa come deviazione standard o come coefficiente di variazione) è una misura della variabilità della Biodiversità Lichenica della stazione. Nella tabella 3.10 sono riportati i valori di Biodiversità rilevati su ogni forofita, la deviazione standard (d.s.) ed il coefficiente di variazione (c.v.) ottenuti per ciascuna stazione di rilevamento.

Stazioni	I.B.L. forofita			B.L.s.	dev st	c.v.%
	f1	f2	f3			
1a	43	44,00	47	44,00	**2,65**	**6,30**
2a	41	42,67	46	42,67	**2,89**	**7,04**
3a	54	56,33	56	55,75	**2,52**	**4,27**
4a	116	119,67	109	118,75	**12,90**	**9,62**
5a	57	58,00	57	58,00	**1,73**	**2,89**
6a	108	117,67	126	117,67	**9,07**	**7,63**
7a	86	96,00	106	96,00	**10,00**	**10,42**
8a	99	91,67	77	91,67	**12,70**	**12,83**

Tab. 3.10 – Valori di deviazione standard e di coefficiente di variazione percentuale calcolati per ciascuna stazione di rilevamento.

Piccoli valori di deviazione o di coefficiente di variazione fra i rilievi di una stazione indicano omogeneità dei dati e quindi un certo grado di certezza nell'attribuire alla stazione il valore medio di biodiversità di tutti i rilievi effettuati; al contrario, variabilità elevate esprimono un certo margine di incertezza del quale bisogna tenere conto nel commentare il valore di Biodiversità Lichenica assegnato ad una stazione.

Il coefficiente di variazione percentuale (c.v. = d.s./BLs *100), da un punto di vista puramente statistico risulta più appropriato per esprimere il grado di variabilità dei dati, anche se nelle stazioni che hanno un basso valore di Biodiversità Lichenica presenta l'inconveniente di sovrastimare quelle che da un punto di vista puramente pratico sono di per sé modeste variazioni della reale biodiversità.

Dal confronto fra le carte della Biodiversità Lichenica (figg. 3,14 e 3,15) e quelle di qualità del dato di Fig. 3.16 e 3.17, basate sulla deviazione standard e sul coefficiente di variazione percentuale, è possibile valutare la precisione con cui sono state tracciate le fasce di biodiversità.

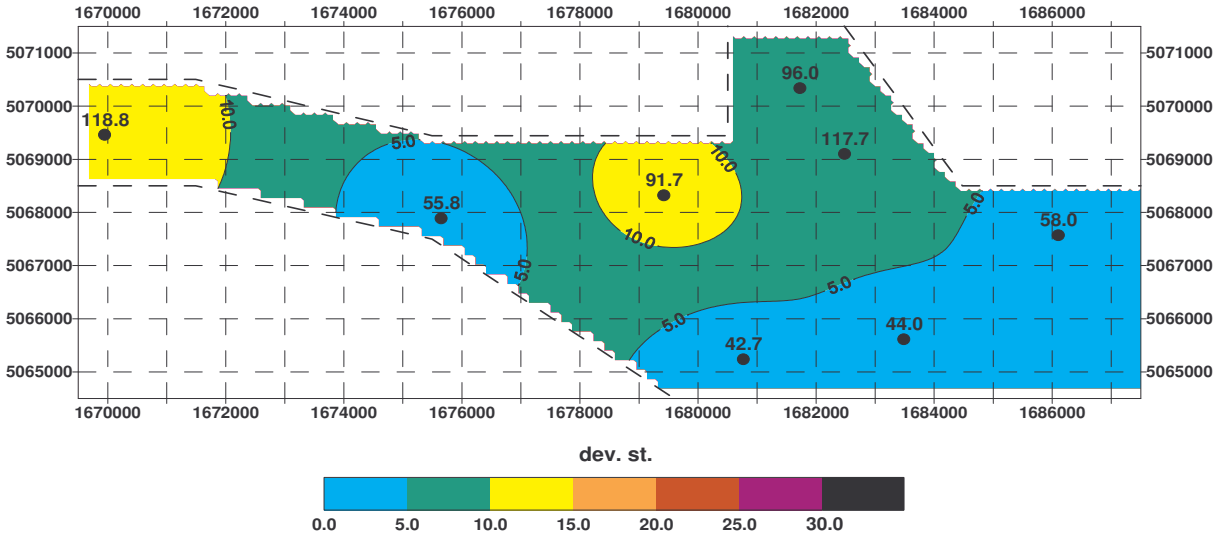


Fig. 3.16 - Carta di affidabilità della carta della Biodiversità Lichenica. Sono riportate le linee di isodeviazione che raggruppano stazioni in cui la deviazione standard dei rilievi ha valori compresi in un certo intervallo.

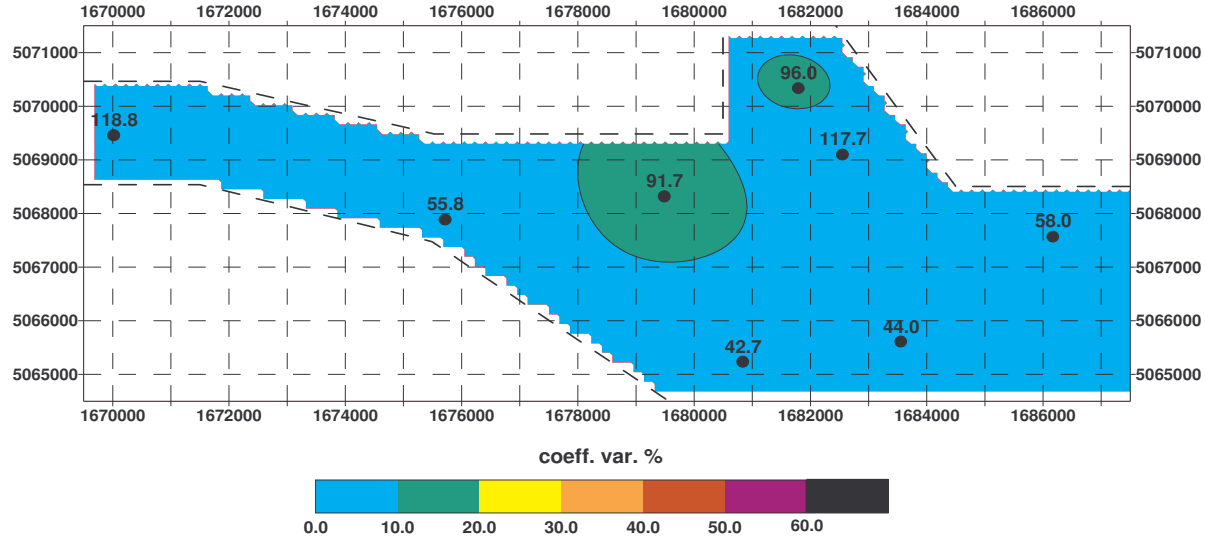


Fig. 3.17 - Carta di affidabilità della carta della Biodiversità Lichenica. Sono riportate le linee di isodeviazione che raggruppano stazioni in cui il coefficiente di variazione percentuale dei rilievi ha valori compresi in un certo intervallo.

Tutte le stazioni presentano una variabilità interna modesta (dev. st. <15 e coeff. di var. % <30), dovuta all'omogeneità dei dati ottenuti nei singoli rilievi. Nelle rappresentazioni cartografiche alle figg. 3.16 e 3.17, infatti, sono assenti le fasce a peggiore livello di qualità del dato.

Dal confronto delle carte si rileva una netta differenza tra le due per cui sembra che esprimano risposte contrastanti. Questo è dovuto al fatto che gli indici di biodiversità rilevati sui singoli forofiti tendono a valori alti, per cui la deviazione standard evidenzia in modo più marcato la dispersione dei dati rilevati attorno al valore medio. Viceversa, il coefficiente di variazione percentuale tiene conto dell'ordine di grandezza delle misure per cui nel caso in oggetto esprime in modo molto più obiettivo la dispersione dei dati.

4. Risultati del bioaccumulo

4.1. Metalli in traccia

Nella tabella 4.1 sono riportati i dati analitici di dieci metalli rilevati nei talli di *Punctelia subrudecta.* La tabella 4.2, invece, riassume le statistiche relative ai metalli accumulati. Sono stati calcolati: valore medio, deviazione standard (scarto), coefficiente di variazione percentuale (100*dev.st/media), valori minimo e massimo, intervallo minimo-massimo, rapporto fra minimo e massimo, mediana e background del set di dati.

Stazione	Al mg/kg s.s. 40°C	As mg/kg s.s. 40°C	Cd mg/kg s.s. 40°C	Cr mg/kg s.s. 40°C	Cu mg/kg s.s. 40°C	Hg mg/kg s.s. 40°C	Mn mg/kg s.s. 40°C	Ni mg/kg s.s. 40°C	V mg/kg s.s. 40°C	Zn mg/kg s.s. 40°C
1b	378	0,52	0,29	8,09	10,26	0,25	14,10	1,04	2,58	39,50
2b	522	<0.2	<0.2	4,84	11,78	0,34	15,40	0,87	0,91	93,05
3b	557	<0.2	0,20	4,67	7,88	<0.2	20,58	2,28	0,76	45,43
4b	406	<0.2	0,20	2,18	7,95	<0.2	20,50	2,80	0,64	47,03
5b	818	0,27	0,76	2,31	7,27	<0.2	29,19	1,38	1,30	46,68
6b	901	0,27	0,35	3,47	4,50	<0.2	25,50	1,56	1,81	39,85
7b	335	<0.2	<0.2	2,02	5,73	<0.2	33,11	1,38	0,49	35,23
8b	509	0,24	0,29	4,02	11,10	<0.2	18,78	1,44	0,89	29,61
9b	898	0,25	0,35	3,90	10,13	<0.2	34,91	1,99	1,39	38,73
10b	247	0,27	<0.2	2,53	3,66	<0.2	12,87	2,53	0,67	40,00
11b	466	0,24	0,37	1,81	6,87	<0.2	21,53	0,73	0,76	33,24
12b	449	0,20	<0.2	3,20	7,09	<0.2	22,09	0,78	0,71	28,38
13b	466	<0.2	<0.2	1,70	4,45	<0.2	17,61	0,41	0,58	20,91
14b	980	0,43	0,26	3,74	8,45	<0.2	34,86	1,90	2,74	75,24
15b	442	0,47	0,29	1,49	7,30	<0.2	43,98	0,88	0,42	27,18

Tab. 4.1 – Concentrazione dei metalli nei talli di Punctelia subrudecta. *I dati sono espressi in parti per milione (ppm di peso secco riferito all'essiccamento a 40°C). Sono evidenziati con retinatura i valori massimi per ogni elemento.*

STATISTICA	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	V	Zn
media	558,32	0,24	0,26	3,33	7,63	0,13	24,33	1,47	1,11	42,67
dev.st	227,84	0,14	0,17	1,71	2,44	0,07	9,04	0,71	0,73	18,74
c.var%	40,81	56,56	67,15	51,25	32,02	56,19	37,15	48,41	65,76	43,91
min	247,23	0,10	0,10	1,49	3,66	0,10	12,87	0,41	0,42	20,91
max	980,24	0,52	0,76	8,09	11,78	0,34	43,98	2,80	2,74	93,05
range	733,01	0,42	0,66	6,60	8,12	0,24	31,11	2,38	2,32	72,13
max/min	3,96	5,15	7,62	5,42	3,22	3,43	3,42	6,77	6,58	4,45
mediana	465,95	0,24	0,26	3,20	7,30	0,10	21,53	1,38	0,76	39,50
bkg	400,32	0,10	0,10	1,97	5,49	0,10	17,17	0,85	0,63	29,36

Tab. 4.2 – Statistiche relative ai metalli bioaccumulati nei talli di Punctelia subrudecta*. Il valore di background per ciascun metallo è stato espresso come 20° percentile dei valori di bioaccumulo ottenuti nell'area di studio.*

4.2. Analisi dei suoli e fattore di arricchimento

I dati analitici dei campioni di suolo superficiale, raccolti nel corso della campagna di biomonitoraggio, sono stati utilizzati per valutare la possibile contaminazione terrigena dei campioni di lichene, mediante il calcolo del fattore di arricchimento (Fa).

La tabella 4.3 riporta la concentrazione dei 10 metalli rilevati nei campioni di suolo mentre nella tabella 4.4 sono riportate le statistiche relative. Nella tabella 4.5, invece è riportato il coefficiente di correlazione per le coppie di metalli.

Considerato che Alluminio e Manganese sono due elementi fortemente correlati tra loro e che la loro dispersione nell'area di studio può essere ritenuta fondamentalmente di origine naturale (a causa di valori modesti rispetto la media nazionale), è stato determinato il fattore di arricchimento in riferimento ad entrambi. I valori medi e la statistica a riguardo sono riportati nella tabella 4.6, mentre i valori del Fattore di Arricchimento, per ciascun metallo in ciascuna stazione, sono riportati nella tabella 4.7.

Esaminando il fattore di arricchimento per ciascun metallo si constata quanto segue:

- **Alluminio** – Nella maggior parte delle stazioni risulta che il fattore di arricchimento, determinato ponendo il metallo a confronto con il manganese, è inferiore all'unità e solo in sei stazioni di poco superiore. E' presumibile, pertanto, che la presenza del metallo nei licheni sia prevalentemente di origine terrigena.
- **Arsenico** – Il fattore di arricchimento medio, determinato rispetto l'alluminio, risulta di poco superiore all'unità mentre, rispetto il manganese, risulta inferiore a uno. Solo nella stazione 10b risulta elevato in confronto ad entrambe i metalli terrigeni.

- **Cadmio** – Il fattore di arricchimento risulta molto elevato sia rispetto l'alluminio che il manganese. In nessuna stazione risulta essere inferiore a uno. E' presumibile che la presenza di cadmio nei talli lichenici sia, in prevalenza, di origine antropica.
- **Cromo** – Anche per questo metallo il fattore di arricchimento risulta tendenzialmente elevato. In tutte le stazioni. Dal confronto con l'alluminio è risultato superiore all'unità in tutte le stazioni. Rispetto il manganese, invece, FA risulta inferiore a uno nelle stazioni 1b e 15 b

Stazione	Al mg/kg s.s. 40°C	As mg/kg s.s. 40°C	Cd mg/kg s.s. 40°C	Cr mg/kg s.s. 40°C	Cu mg/kg s.s. 40°C	Hg mg/kg s.s. 40°C	Mn mg/kg s.s. 40°C	Ni mg/kg s.s. 40°C	V mg/kg s.s. 40°C	Zn mg/kg s.s. 40°C
1b	13415	15,15	0,46	135,00	12,30	<0,1	176	23,00	55,75	64,55
2b	29480	25,95	0,60	48,85	62,00	<0,1	1100	36,00	70,80	149,55
3b	42140	46,85	0,93	70,00	80,00	<0,1	1745	85,00	104,00	201,55
4b	20715	26,75	0,31	35,65	54,00	<0,1	830	27,00	58,95	102,55
5b	27504	10,80	0,31	36,46	30,46	<0,1	745	17,92	65,40	99,89
6b	27283	9,00	0,51	31,78	19,75	<0,1	1194	20,90	59,71	119,42
7b	10490	21,16	0,27	21,57	44,50	<0,1	1090	24,52	37,60	72,66
8b	42800	7,09	0,30	46,35	42,00	<0,1	871	19,00	126,00	71,55
9b	38180	20,95	0,50	40,85	76,00	<0,1	1690	33,00	55,45	159,55
10b	25395	5,21	0,41	40,85	44,00	<0,1	828	32,00	97,50	94,55
11b	36590	15,95	0,80	63,85	33,20	<0,1	1180	75,00	197,50	114,55
12b	46100	13,05	0,63	66,85	44,00	<0,1	873	47,00	159,00	108,55
13b	22452	10,18	0,19	21,79	63,47	<0,1	1151	23,68	33,44	123,15
14b	16873	39,42	0,66	25,69	71,74	<0,1	921	27,02	57,13	106,29
15b	44645	17,15	1,11	87,85	30,00	<0,1	1325	66,00	161,00	111,55

Tab. 4.3 – Concentrazione di metalli nel terreno riferiti alla terra fine essiccata a 40°C. Sono evidenziati con retinatura i valori massimi per ogni elemento.

STATISTICA	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	V	Zn
media	29604	18,98	0,53	51,56	47,16	<0,1	1047,93	37,14	89,28	113,33
dev.st	11647	11,80	0,26	29,99	20,42	----	383,10	21,39	50,10	35,73
c.var%	39,34	62,18	49,02	58,17	43,29	----	36,56	57,60	56,12	31,53
min	10490	5,21	0,19	21,57	12,30	<0,1	176,00	17,92	33,44	64,55
max	46100	46,85	1,11	135,00	80,00	<0,1	1745,00	85,00	197,50	201,55
range	35610	41,64	0,92	113,43	67,70	----	1569,00	67,08	164,06	137,00
max/min	4,39	8,99	5,84	6,26	6,50	----	9,91	4,74	5,91	3,12
mediana	27504	15,95	0,50	40,85	44,00	----	1090,00	27,02	65,40	108,55

Tab. 4.4 – Statistiche relative ai metalli nel terreno.

	Al	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	V	Zn
Al	1,0000 t = --	-0,0446 t = -0,161	0,5595 t =2,434	0,2011 t = 0,740	0,1256 t = 0,456	0,5036 t = 2,102	0,5939 t = 2,661	0,7416 t = 3,986	0,4506 t = 1,820
As	-0,0446 t = -0,161	1,0000 t = --	0,4435 t = 1,784	0,0070 t = 0,025	0,6590 t = 3,159	0,4041 t = 1,593	0,4406 t = 1,769	-0,1332 t = -0,485	0,5792 t = 2,562
Cd	0,5595 t =2,434	0,4435 t = 1,784	1,0000 t = --	0,4726 t = 1,934	0,0581 t = 0,210	0,4423 t = 1,778	0,8471 t = 5,746	0,6392 t = 2,997	0,4752 t = 1,947
Cr	0,2011 t = 0,740	0,0070 t = 0,025	0,4726 t = 1,934	1,0000 t = --	-0,4421 t = -1,777	-0,3141 t = -1,193	0,3759 t = 1,463	0,3839 t = 1,499	-0,0918 t = -0,332
Cu	0,1256 t = 0,456	0,6590 t = 3,159	0,0581 t = 0,210	-0,4421 t = -1,777	1,0000 t = --	0,6041 t = 2,733	0,2037 t = 0,750	-0,2330 t = -0,864	0,6708 t = 3,262
Mn	0,5036 t = 2,102	0,4041 t = 1,593	0,4423 t = 1,778	-0,3141 t = -1,193	0,6041 t = 2.733	1,0000 t = --	0,5544 t = 2,402	0,1345 t = 0,490	0,8095 t = 4,972
Ni	0,5939 t = 2,661	0,4406 t = 1,769	0,8471 t = 5,746	0,3759 t = 1,463	0,2037 t = 0,750	0,5544 t = 2,402	1,0000 t = --	0,6972 t = 3,506	0,5797 t = 2,565
V	0,7416 t = 3,986	-0,1332 t = -0,485	0,6392 t = 2,997	0,3839 t = 1,499	-0,2330 t = -0,864	0,1345 t = 0,490	0,6972 t = 3,506	1,0000 t = --	0,0372 t = 0,134
Zn	0,4506 t = 1,820	0,5792 t = 2,562	0,4752 t = 1,947	-0,0918 t = -0,332	0,6708 t = 3,262	0,8095 t = 4,972	0,5797 t = 2,565	0,0372 t = 0,134	1,0000 t = --

Tab. 4.5 – Coefficienti di correlazione e risultato del test di significatività (test t – seconda riga) per le copie di metalli (15 stazioni) rilevate nel terreno. Sono evidenziate in giallo le correlazioni altamente significative (p<0,01) ed in verde quelle significative (p<0,05).

Statistica	Al	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	V	Zn
Concentrazione media licheni	558	0,24	0,26	3,33	7,63	24,33	1,47	1,11	42,67
Concentrazione media terreno	29604	18,98	0,53	51,56	47,16	1047,93	37,14	89,28	113,33
Rapporto [*Xter]/[Xlich]*	53,02	78,09	2,06	15,48	6,18	43,07	25,34	80,47	2,66
F.A. medio rispetto Al	-----	**1,23**	**29,48**	**3,81**	**11,56**	**1,45**	**2,66**	**0,70**	**21,43**
Dev. st.	-----	1,41	22,80	1,70	8,37	0,85	2,18	0,34	10,35
F. A. max	-----	5,23	82,59	7,29	29,60	3,35	8,12	1,64	43,46
F.A. min.	-----	0,15	6,83	1,72	2,03	0,65	0,77	0,26	8,18
Differenza max-min	-----	5,08	75,76	5,57	27,58	2,70	7,35	1,38	35,27
F.A. medio rispetto Mn	**0,90**	**0,79**	**23,24**	**3,42**	**7,74**	-----	**2,15**	**0,65**	**16,99**
Dev. st.	0,42	0,81	16,01	1,93	3,19	-----	1,44	0,43	9,22
F. A. max	1,55	3,27	62,71	7,08	13,57	-----	5,09	1,42	44,44
F.A. min.	0,30	0,15	6,27	0,51	3,11	-----	0,40	0,08	7,34
Differenza max-min	1,25	3,12	56,44	6,56	10,46	-----	4,69	1,34	37,10

Tab. 4.6 - Valori del Fattore di Arricchimento confrontati con la concentrazione media di ciascun metallo nei licheni e nel terreno. In rosso figura la statistica riferita al fattore di arricchimento calcolato rispetto l'Alluminio, in blu, invece, è la statistica riferita al Manganese.

Stazione	F.A. rispetto Alluminio							
	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	V	Zn
1b	1,21	22,72	2,13	29,60	2,84	1,61	1,64	21,73
2b	0,22	9,42	5,60	10,74	0,79	1,37	0,72	35,17
3b	0,16	15,97	5,04	7,45	0,89	2,03	0,55	17,04
4b	0,19	32,60	3,12	7,51	1,26	5,29	0,56	23,40
5b	0,84	82,59	2,13	8,03	1,32	2,58	0,67	15,71
6b	0,92	20,58	3,30	6,91	0,65	2,26	0,92	10,11
7b	0,15	11,59	2,92	4,03	0,95	1,77	0,40	15,17
8b	2,85	80,91	7,29	22,20	1,81	6,39	0,59	34,77
9b	0,50	29,56	4,06	5,67	0,88	2,56	1,07	10,32
10b	5,23	25,05	6,36	8,55	1,60	8,12	0,71	43,46
11b	1,20	35,99	2,22	16,25	1,43	0,77	0,30	22,79
12b	1,54	16,29	4,92	16,55	2,60	1,71	0,46	26,83
13b	0,47	25,36	3,76	3,38	0,74	0,84	0,84	8,18
14b	0,19	6,83	2,50	2,03	0,65	1,21	0,82	12,18
15b	2,74	26,72	1,72	24,56	3,35	1,35	0,26	24,60

Stazione	F.A. rispetto Manganese							
	Al	As	Cd	Cr	Cu	Ni	V	Zn
1b	0,35	0,42	7,99	0,75	10,41	0,56	0,58	7,64
2b	1,26	0,28	11,90	7,08	13,57	1,73	0,91	44,44
3b	1,12	0,18	17,91	5,65	8,36	2,28	0,62	19,11
4b	0,79	0,15	25,87	2,47	5,96	4,20	0,44	18,57
5b	0,76	0,64	62,71	1,62	6,09	1,96	0,51	11,93
6b	1,55	1,42	31,82	5,11	10,68	3,49	1,42	15,63
7b	1,05	0,16	12,19	3,08	4,24	1,86	0,43	15,96
8b	0,55	1,57	44,67	4,02	12,26	3,53	0,33	19,20
9b	1,14	0,57	33,66	4,62	6,45	2,91	1,21	11,75
10b	0,63	3,27	15,69	3,99	5,36	5,09	0,45	27,22
11b	0,70	0,84	25,11	1,55	11,34	0,54	0,21	15,90
12b	0,39	0,59	6,27	1,89	6,37	0,66	0,18	10,33
13b	1,36	0,64	34,41	5,11	4,58	1,14	1,14	11,10
14b	1,53	0,29	10,48	3,84	3,11	1,86	1,27	18,70
15b	0,30	0,82	7,98	0,51	7,33	0,40	0,08	7,34

Tab. 4.7 – Fattore di arricchimento determinato confrontando la concentrazione dei metalli nei licheni e nel terreno sia con riferimento all'Alluminio che al Manganese .Sono stati evidenziati con la retinatura i valori massimi assoluti.

- **Rame** – Anche per il rame risulta un fattore di arricchimento elevato in tutte le stazioni, sia in riferimento all'alluminio che al manganese. La presenza di questo metallo nei talli lichenici, pertanto, si presume sia da collegare principalmente alle attività antropiche.
- **Manganese** – Il fattore di arricchimento medio, calcolato rispetto l'alluminio, è risultato pari a 1,45. In dodici stazioni ha mantenuto valori inferiori a zero o di poco superiori a uno. Solo in tre stazioni ha superato la soglia di due.
- **Mercurio** – Non è stato possibile determinare il fattore di arricchimento riguardo questo metallo, in quanto la concentrazione di mercurio nei suoli è risultata inferiore al limite minimo di rilevabilità strumentale. Questo ha impedito di avere la variabilità nei dati necessaria per il confronto con i metalli terrigeni.
- **Nichel** – Il fattore di arricchimento medio è risultato superiore all'unità sia nei confronti dell'alluminio che del manganese. In otto stazioni è stato confermato un valore elevato in confronto ad entrambe i metalli terrigeni per cui, è presumibile che in una parte dell'area monitorata l'apporto di nichel nel talli lichenici sia in prevalenza di origine antropica.
- **Vanadio** – Il fattore di arricchimento medio, determinato sia rispetto l'alluminio che il manganese, è risultato inferiore ad uno. Solo in poche stazioni ha superato di poco l'unità. E' presumibile, pertanto, che l'apporto di vanadio nei talli lichenici sia in prevalenza di origine terrigena.
- **Zinco** - Il fattore di arricchimento risulta molto elevato sia rispetto l'alluminio che il manganese. In tutte le stazioni risulta essere abbondantemente superiore ad uno. Questo fa presumere che la presenza di zinco nei talli lichenici sia, in prevalenza, di origine antropica.

4.3. Le scale interpretative del bioaccumulo

Per l'interpretazione dei dati di bioaccumulo nei talli di *Punctelia subrudecta* si è fatto riferimento alla scala nazionale di *naturalità/alterazione* proposta da Nimis et al. (2000), elaborata sulla base dell'analisi di centinaia di misure svolte in Italia, in aree con diverse situazioni geomorfologiche e con diversi tassi di inquinamento (Tab. 4.8). La scala si basa su una analisi della distribuzione dei valori relativi a diversi percentili per metalli con almeno 100 misure in almeno tre aree diverse del Paese.

Anche se la scala nazionale è stata realizzata sulla base di dati analitici molto eterogenei si è ritenuta opportuna la sua applicazione per poter confrontare la situazione locale con altre realtà territoriali.

Per quanto riguarda la zona in questione si dispone anche di dati pregressi, relativi a due campagne di biomonitoraggio condotte rispettivamente nel 1988, nell'Alto Vicentino (Nimis et al., 1989) e nel 1998, relativamente al solo Comune di Schio (Lazzarin, 1998). In uno specifico capitolo della presente relazione sarà effettuato il confronto tra i dati attuali e quelli pregressi per verificare eventuali variazioni verificatesi nel tempo.

Percentile	Nat./Alter.	Classe	Al (ppm)	As (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Hg (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)
20°	1. Nat. molto alta	1	<350	<0,2	<0,2	<1,2	<7,0	<0,07	<20	<1,0	<0,63	<30
50°	2. Nat. alta	2	600	0,6	0,4	2,2	10,0	0,13	25	2,0	1,7	40
75°	3. Nat. media	3	1000	1,2	0,8	4,0	15,0	0,20	35	3,0	3,1	65
90°	4. Nat./Alter. basse	4	1600	1,9	1,4	6,0	25,0	0,29	60	5,0	5,1	94
95°	5. Alter. media	5	2500	2,4	2,0	9,0	34,0	0,42	90	6,0	6,7	115
98°	6. Alter. alta	6	3200	3,0	2,6	16,0	53,0	0,74	140	8,0	9,3	155
>98°	7. Alter. molto alta	7	>3200	>3,0	>2.6	>16,0	>53,0	>0,74	>140	>8,0	>9,3	>155
Valore massimo in Italia			**8390**	**5,53**	**9,04**	**60,5**	**161**	**1,84**	**685**	**34,4**	**15,0**	**358**

Tab. 4.8 – Scale interpretative, organizzate in sette classi, basate sui percentili di distribuzione dei valori dei dieci elementi analizzati.

Gli istogrammi di Fig. 4.2 rappresentano per ogni metallo il numero di stazioni che rientrano nelle diverse classi che costituiscono le scale interpretative di concentrazione dei metalli in *Punctelia subrudecta.*

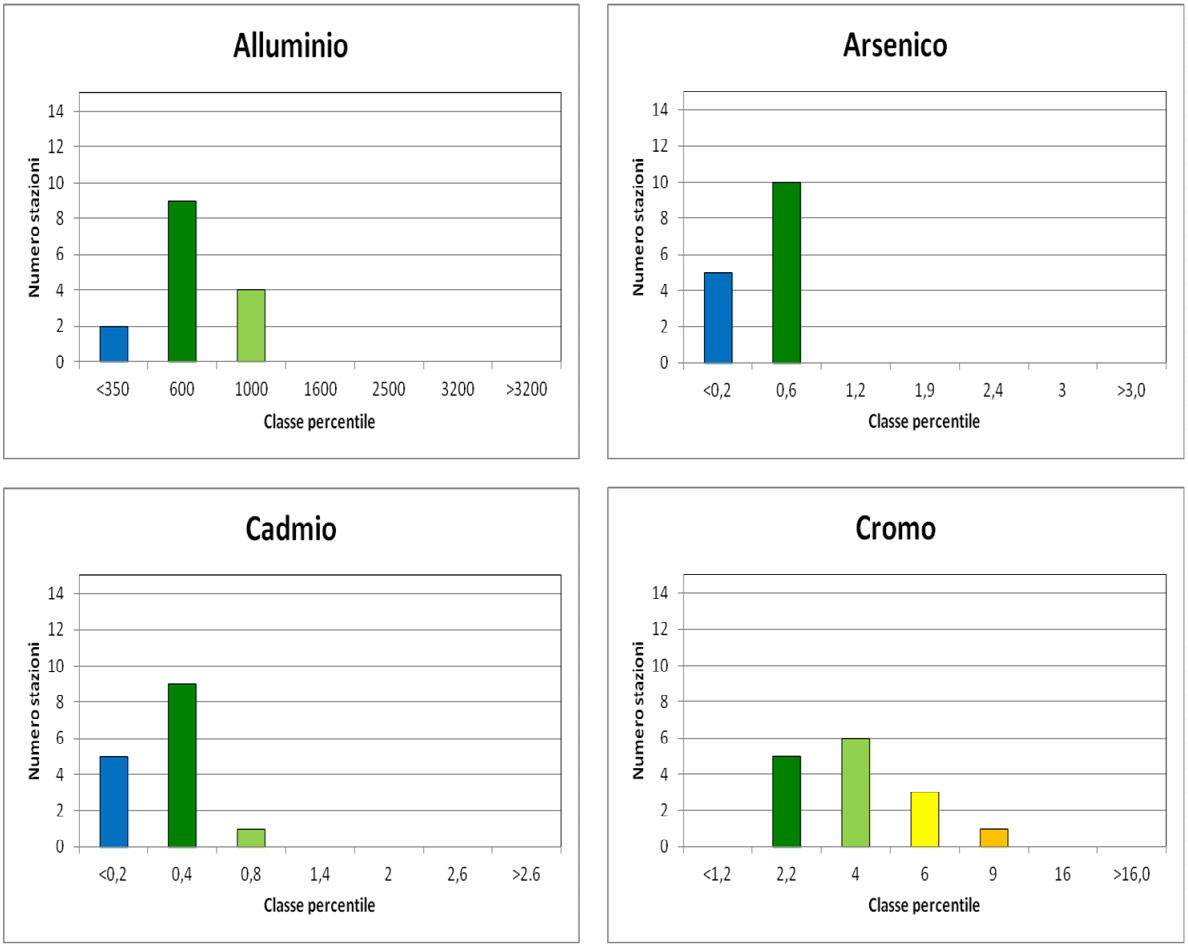


Fig. 4.2a – Numero di stazioni che rientrano nelle diverse classi percentili da riferire a ciascuno dei dieci metalli analizzati.

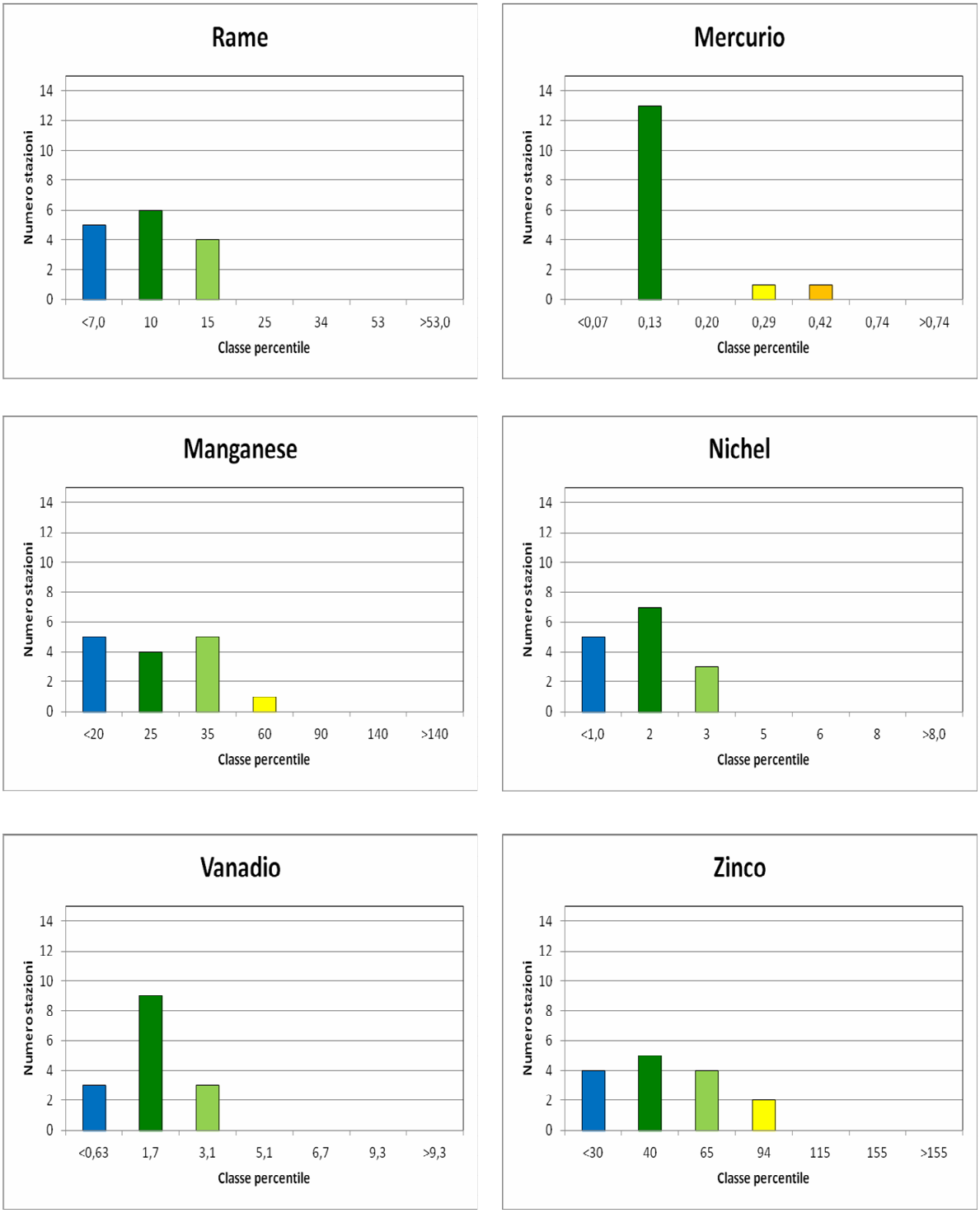


Fig. 4.2b - Numero di stazioni che rientrano nelle diverse classi percentili da riferire a ciascuno dei dieci metalli analizzati.

Da un primo confronto degli istogrammi si rileva che in nessuna stazione si raggiungono i valori corrispondenti alle due classi di alterazione alta e molto alta, bensì la concentrazione dei metalli si attesta principalmente nelle classi di naturalità da molto alta a media.

4.4. Modelli geostatistici relativi al bioaccumulo

In questa sezione sono riportati i modelli geostatistici, riguardanti la concentrazione nei talli lichenici di *Punctelia subrudecta*, dei dieci metalli analizzati. In particolare sono riportate le seguenti mappe:

- mappa della concentrazione di ciascuno elemento categorizzata secondo le 7 classi percentili riportate in Tab. 4.8.
- mappa della concentrazione nell'area di studio di ciascuno elemento: range da min a max suddiviso in 8 classi equivalenti;

Le due tipologie di mappe forniscono informazioni diverse a partire dall'elaborazione dello stesso set di dati. Mentre la prima rappresentazione consente di individuare lo scostamento dei valori di concentrazione rispetto al background, stabilito nel valore corrispondente al 20° percentile della distribuzione delle concentrazioni di ciascun elemento misurate nelle diverse indagini di bioaccumulo condotte in Italia, che rappresenta il termine di confronto, la seconda rappresentazione permette di individuare eventuali hot-spots nella distribuzione attuale di un metallo.

4.4.1. Alluminio

La concentrazione media di alluminio nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 558,32 ppm (± 227,84 ppm); il valore mediano, di 465,95 ppm, si colloca nella seconda classe percentile (colore verde scuro). La concentrazione di metallo nei talli lichenici risulta sostanzialmente omogenea in undici delle quindici stazioni mentre in quattro risulta chiaramente più elevata. Ciò nonostante tutti i valori sono compresi in solo tre classi percentili (Fig. 4.3).

Il valore massimo, di 980,24 ppm, è stato rilevato nella stazione 14b; il valore minimo, invece, (247,23 ppm) è associato alla stazione 10b. Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 40,81%.

Nelle elaborazioni cartografiche di Fig. 4.5 appare una distribuzione del metallo sostanzialmente omogenea al punto che oltre il 50% della superficie rappresentata rientra nella stessa classe percentile. I valori minimi e massimi compaiono come isole localizzate nel settore montano del territorio.

Il valore massimo di bioaccumulo è stato rilevato presso contrada Pozza, in Comune di Valli del Pasubio (690 m s.l.m.), mentre il valore minimo in località Bosco di Tretto (770 m s.l.m.), in Comune di Schio. L'ambito dove si trovano entrambe le stazioni è di tipo silvo-pastorale con superfici nelle quali la copertura varia dal bosco ai prati e ai pascoli.

In considerazione del fatto che dall'analisi del fattore di arricchimento è risultato che l'apporto di alluminio nei talli lichenici tende ad essere prevalentemente di natura terrigena, è presumibile che le differenze riscontrate tra le stazioni sia da collegare, principalmente, al tipo di copertura vegetazionale e, quindi, al maggiore o minore sollevamento di polveri determinato dalla ventilazione dei luoghi.

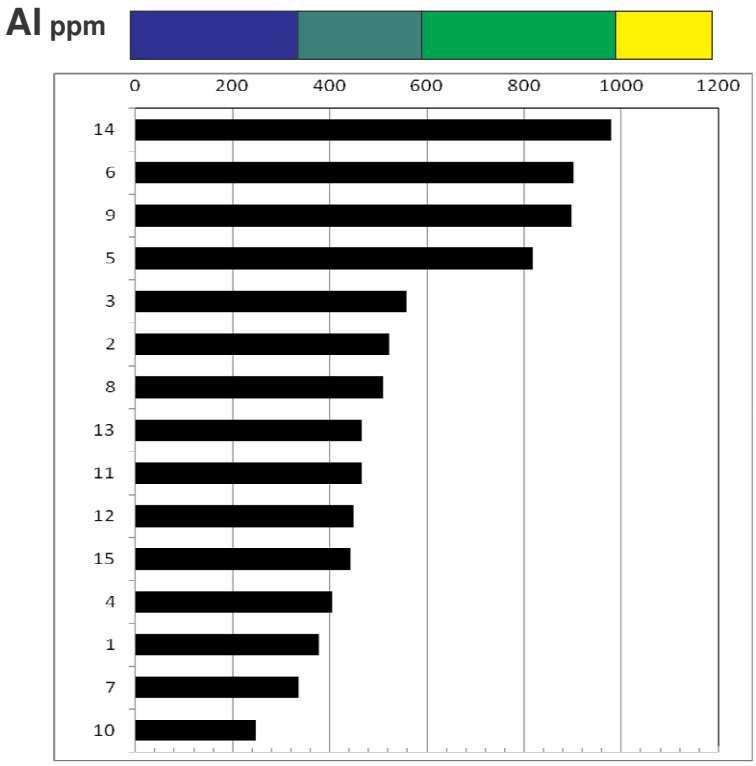


Fig. 4.3 - Bioaccumulo di alluminio nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

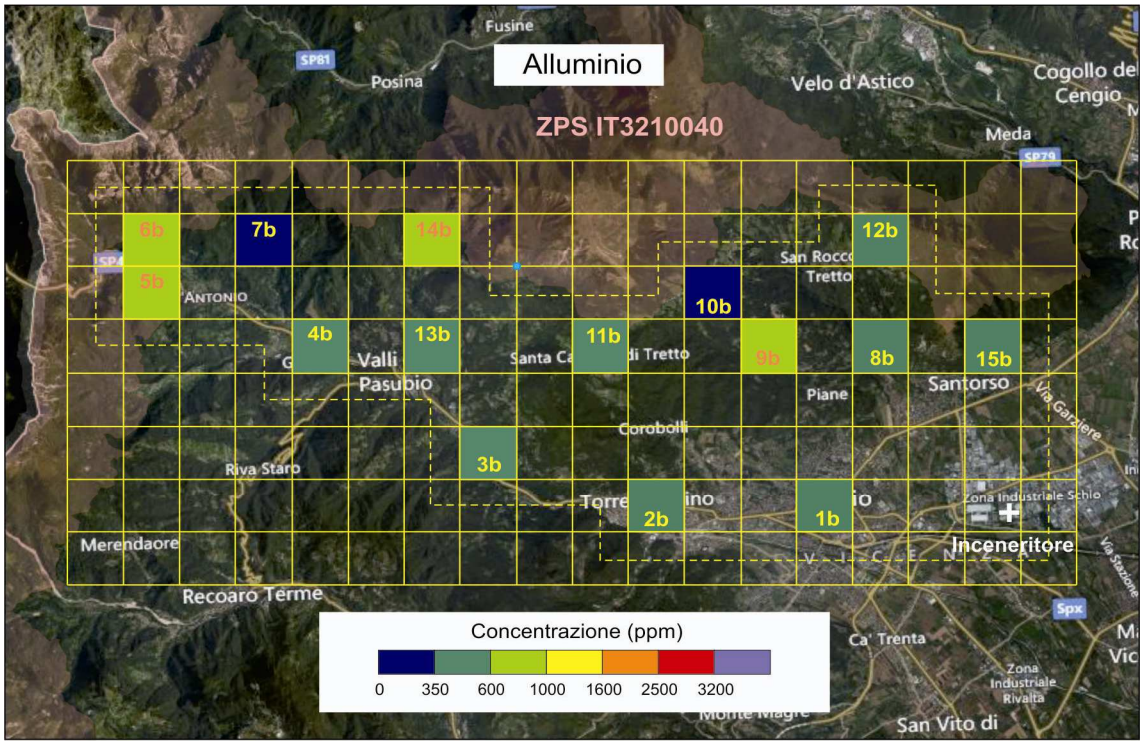


Fig. 4.4 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di alluminio nei talli lichenici I quadrati colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

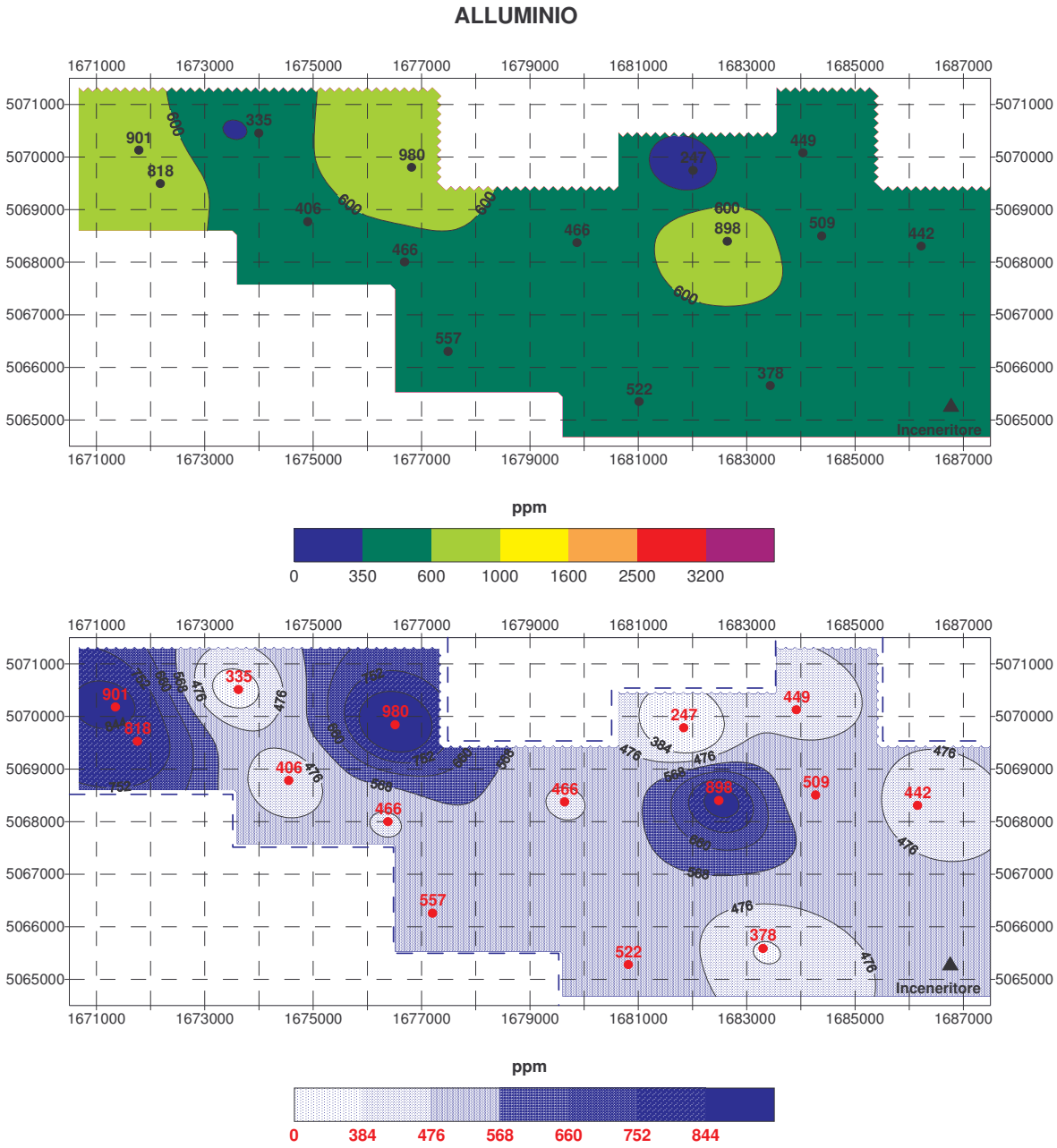


Fig. 4.5 - Mappe delle concentrazioni di alluminio: A – mappa ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8; B - mappa ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

4.4.2. Arsenico

La concentrazione media di arsenico nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 0,24 ppm (± 0,14 ppm); il valore mediano, di 0,24 ppm, si colloca nella seconda classe percentile (colore verde scuro), entro la quale ricade il 60,0% delle stazioni.

Come si evince dall'istogramma di fig. 4.6 i valori di concentrazione rilevati rientrano in sole due classi percentili.

Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 56,56%.

Il valore massimo di concentrazione di arsenico (0,52 ppm) è stato rilevato nella stazione 1b, ubicata nel centro urbano di Schio, mentre il minimo, inferiore a 0,2 ppm (limite di rilevabilità dello strumento di analisi utilizzato), è relativo alle stazioni 2b, 3b, 4b, 7b e 13b, tutte allineate lungo la Valle Leogra.

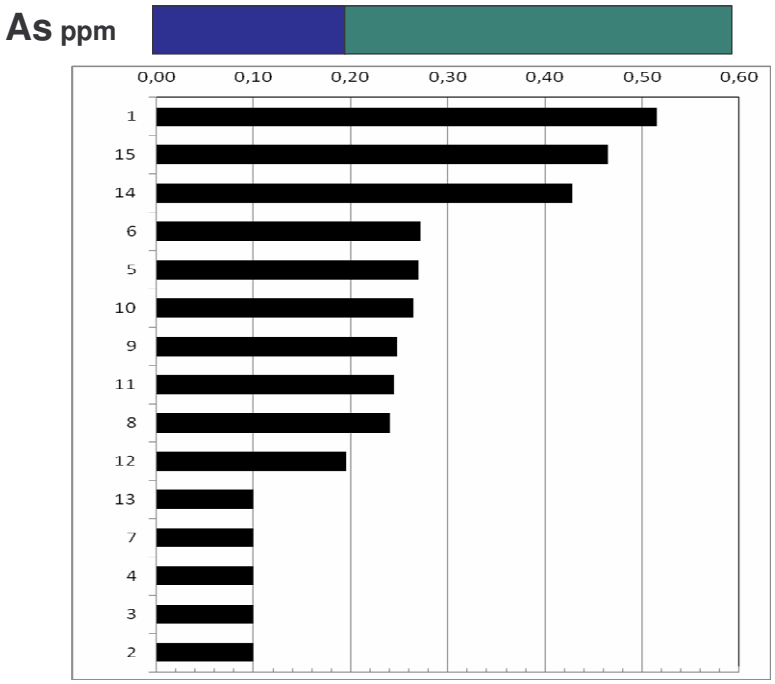


Fig. 4.6 - Bioaccumulo di arsenico nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi

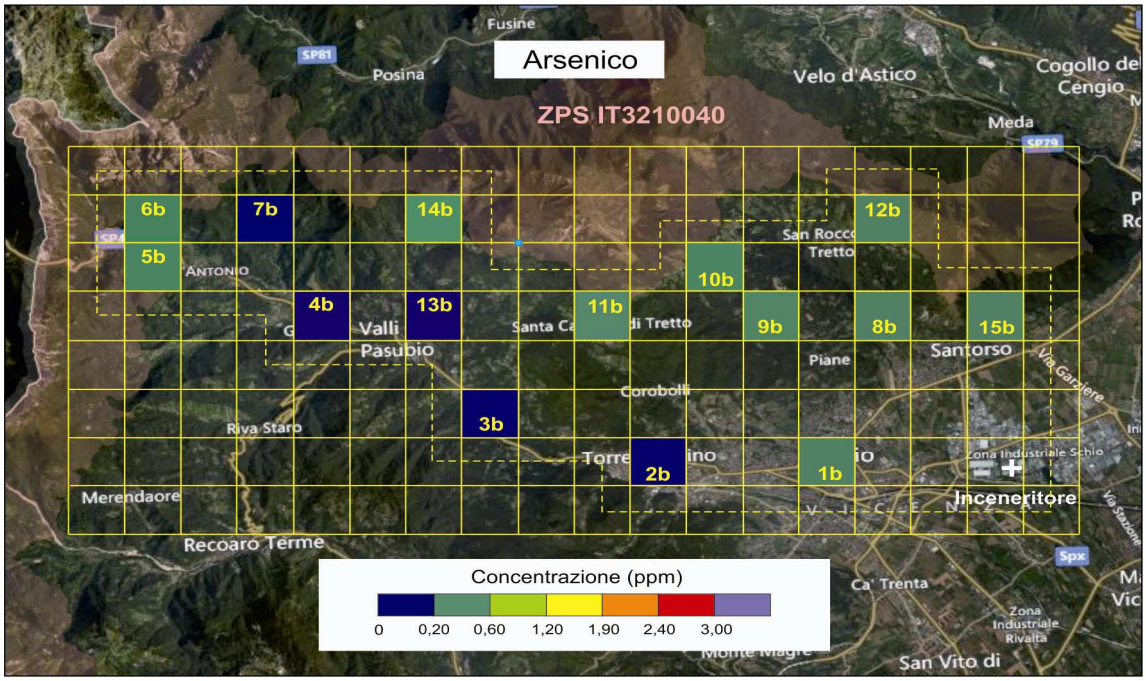


Fig. 4.7 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di arsenico nei talli lichenici I quadrati colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

Le situazioni fin qui descritte numericamente trovano riscontro nelle elaborazioni cartografiche di Fig. 4.8, nelle quali si ha modo di constatare una distribuzione molto omogenea del metallo in tutta l'area di studio pur con la tendenza a raggiungere i valori più elevati nel settore orientale.

Dall'analisi del fattore di arricchimento sono risultati valori medi bassi sia in riferimento all'alluminio che al manganese. Questo avvalora l'ipotesi che l'arsenico presente nei talli lichenici sia in prevalenza di origine terrigena.

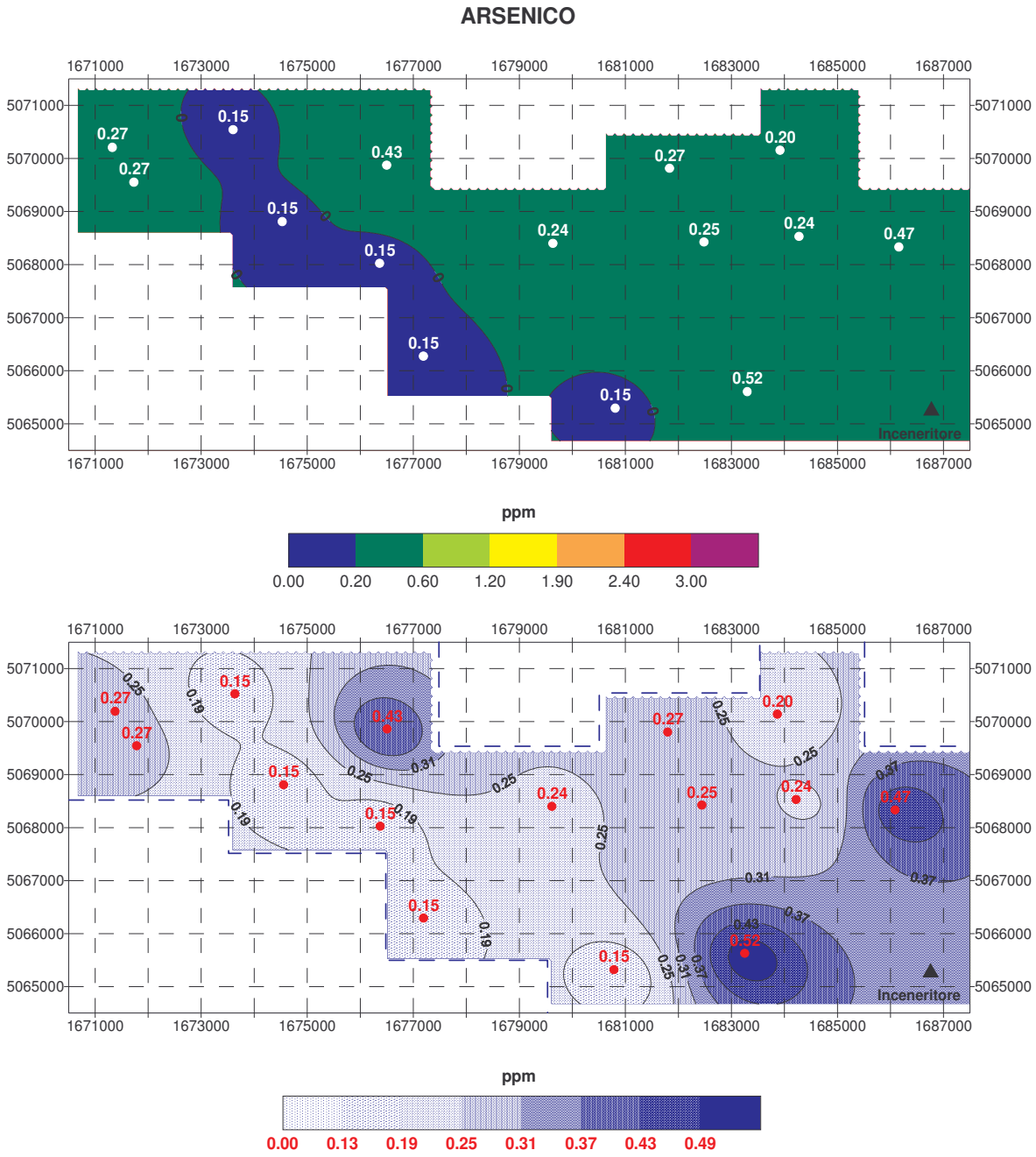


Fig. 4.8 - Mappe delle concentrazioni di arsenico: A – mappa ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8; B - mappa ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

4.4.3. Cadmio

La concentrazione media di cadmio nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 0,26 ppm (± 0,17 ppm); il valore mediano, di 0,26 ppm, si colloca nella seconda classe percentile (colore verde scuro) entro la quale ricade il 53,3% delle stazioni. Una sola stazione rientra nella terza classe.
Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 67,15%.
Il valore massimo di concentrazione di cadmio (75,95 ppm) è stato rilevato nella stazione 5b, nei dintorni della Frazione di Sant'Antonio, in Comune di Valli del Pasubio, mentre il minimo, inferiore a 0,2 ppm (limite di rilevabilità dello strumento di analisi utilizzato), è da riferire alle stazioni 2b, 7b, 10b, 12b e 13b.
Nelle elaborazioni cartografiche di Fig. 4.11 appare una distribuzione del metallo sostanzialmente omogenea con la chiara prevalenza della classe percentile corrispondente ad una condizione di naturalità alta. La condizione di naturalità media è relativa ad una sola stazione isolata. I valori minimi di concentrazione sono distribuiti in modo sparso senza una chiara connotazione.
Il fattore di arricchimento risulta molto elevato in tutte le stazioni, sia rispetto l'alluminio che il manganese. In valore medio di questo si attesta oltre il venti.

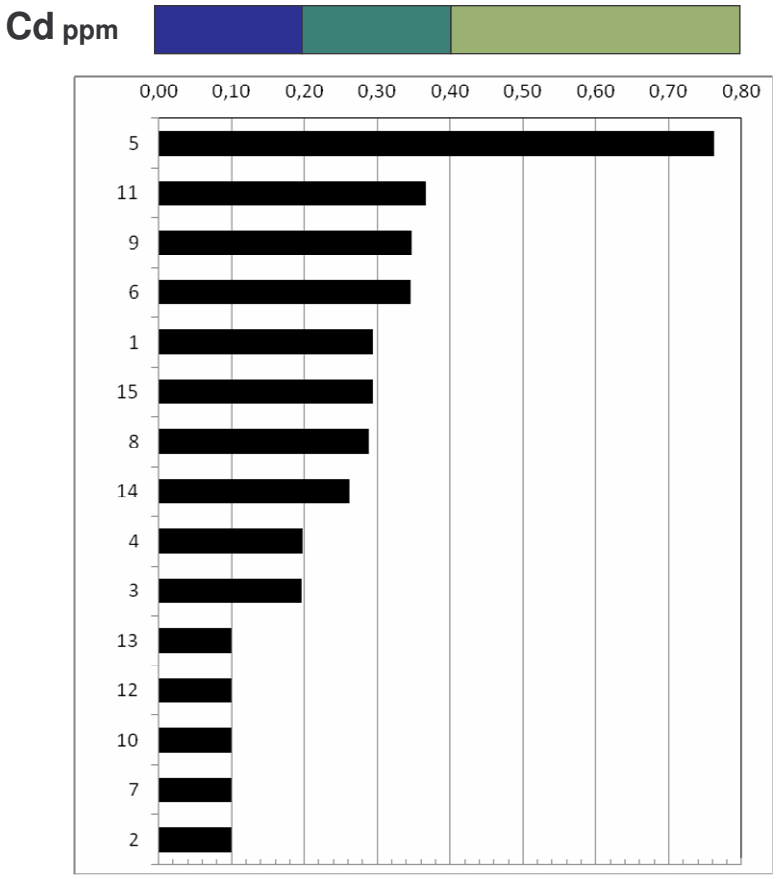


Fig. 4.9 - Bioaccumulo di cadmio nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

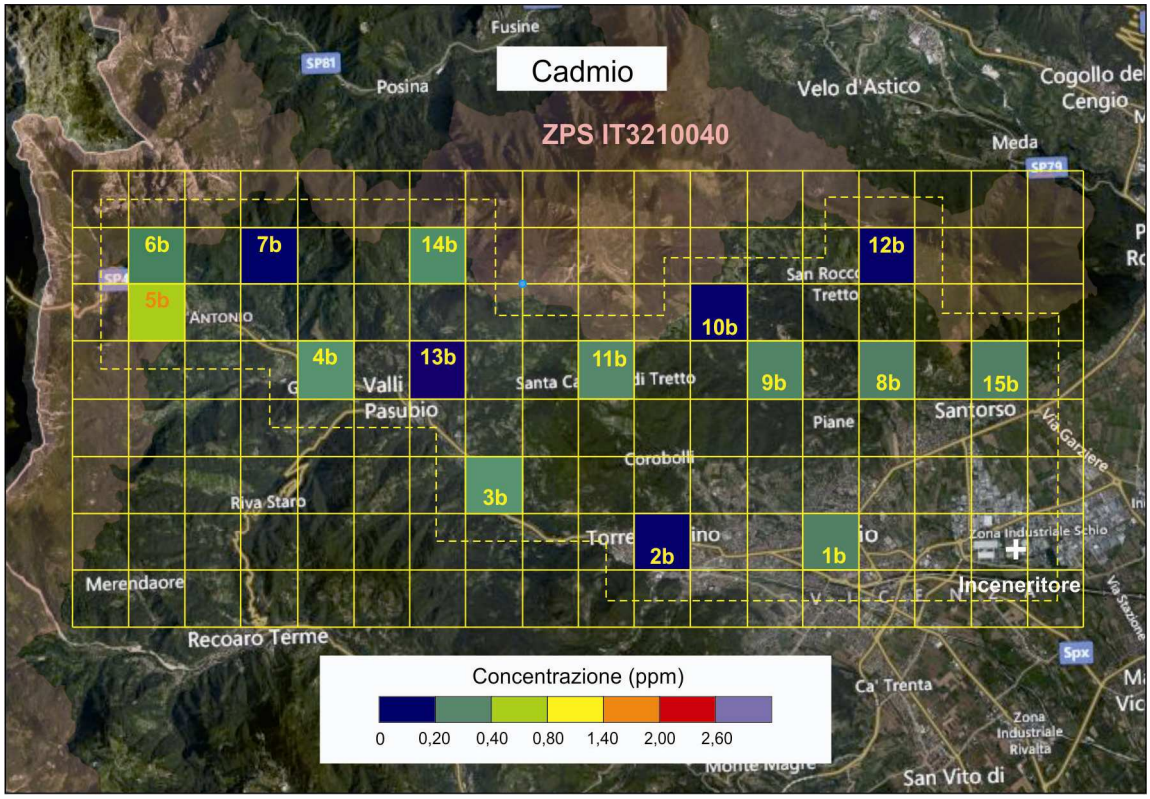


Fig. 4.10 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di cadmio nei talli lichenici I quadrati colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

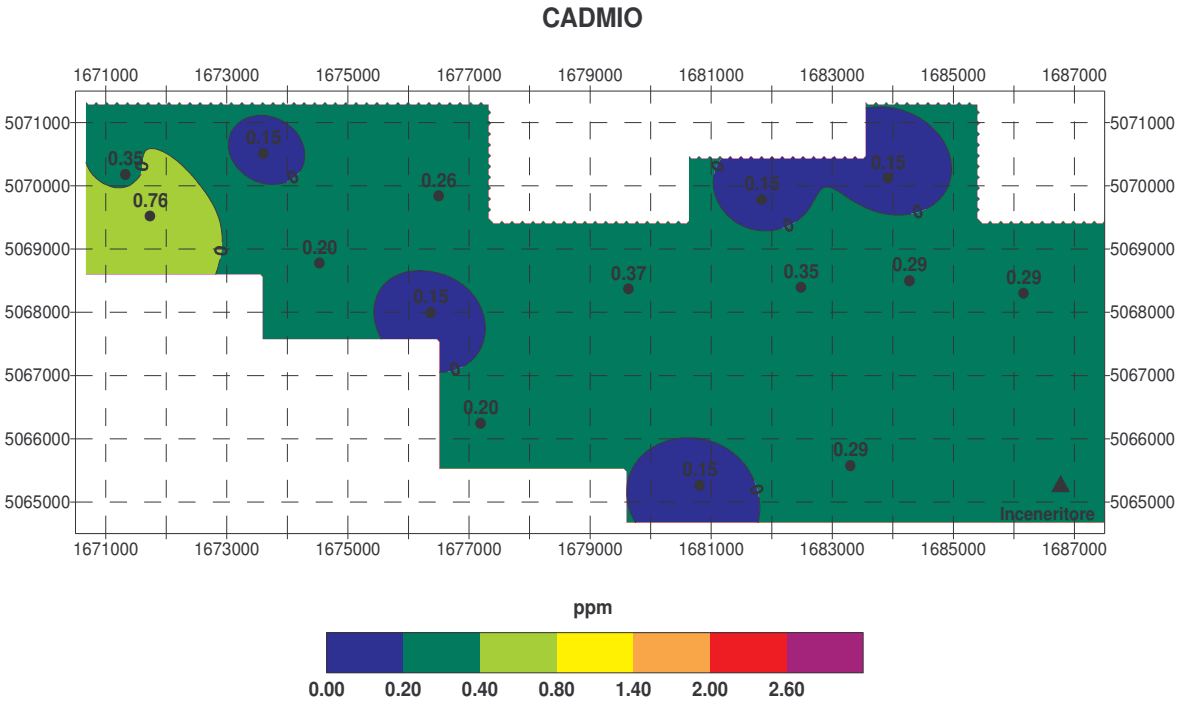


Fig. 4.11a - Mappa delle concentrazioni di cadmio ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8.

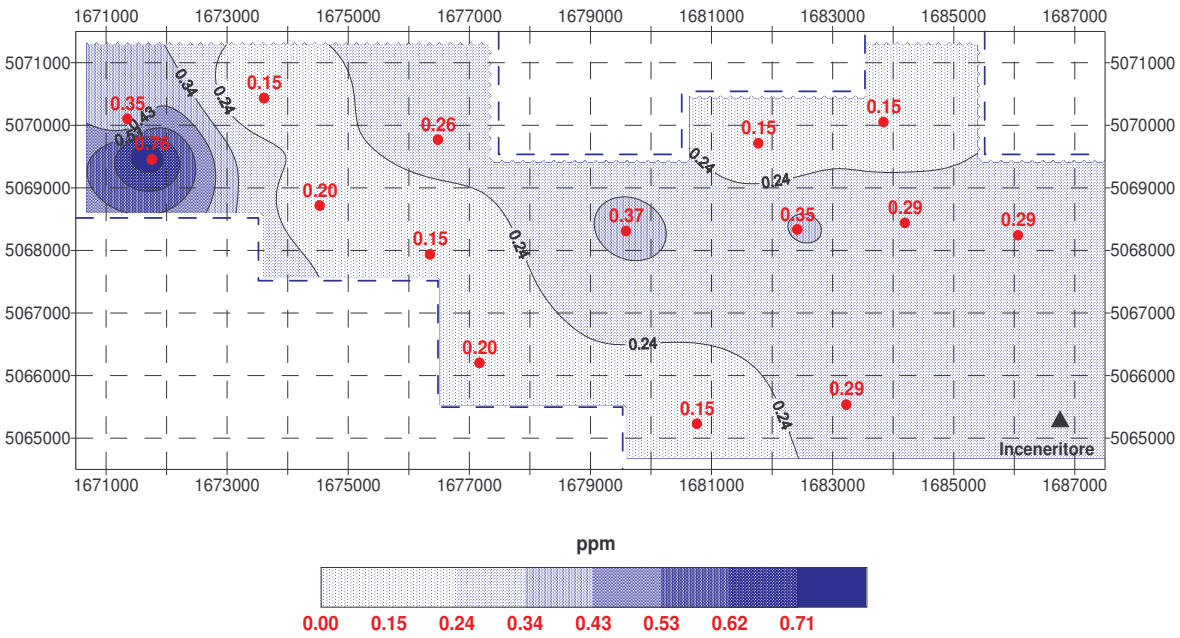


Fig. 4.11b - Mappa delle concentrazioni di cadmio ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

4.4.4. Cromo

La concentrazione media di cromo in *Punctelia subrudecta* è pari a 3,33 ppm (± 1,71 ppm); il valore mediano, di 3,20 ppm, si colloca nella terza classe percentile (colore verde chiaro), corrispondente a condizioni di naturalità media.

Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 51,25%.

Il valore massimo di concentrazione (8,09 ppm) è stato rilevato nella stazione 1b, in centro alla cittadina di Schio, in una zona a carattere residenziale. Il valore minimo, invece, è corrispondente ad una stazione alle pendici del Monte Summano, in Comune di Santorso, in un ambiente rurale nel quale la copertura del suolo è costituita in prevalenza da pascoli e boschi.

Le situazioni fin qui descritte numericamente trovano riscontro nelle elaborazioni cartografiche di Fig. 4.14, nelle quali si ha modo di constatare una distribuzione omogenea del metallo nella maggior parte dell'area di studio ma con una chiara tendenza all'aumento nella zona di Schio e degli immediati dintorni, in direzione della Valle Leogra.

Le concentrazioni rilevate sono comprese in quattro classi percentili: una sola stazione rientra nella classe di alterazione media; tre, invece, sono quelle comprese nella classe percentile di naturalità/alterazione bassa. Tutte le altre rientrano delle due classi di naturalità media e alta.

Nella stazione 1b, pur avendo riscontrato la concentrazione massima del metallo risulta un fattore di arricchimento non elevato, sia in riferimento all'alluminio che al manganese.

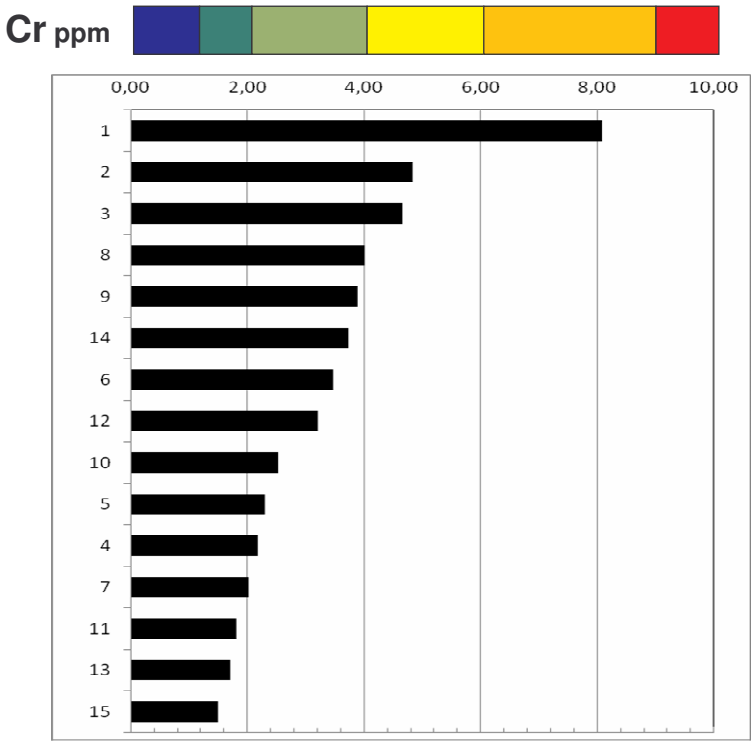


Fig. 4.12 - Bioaccumulo di cromo nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

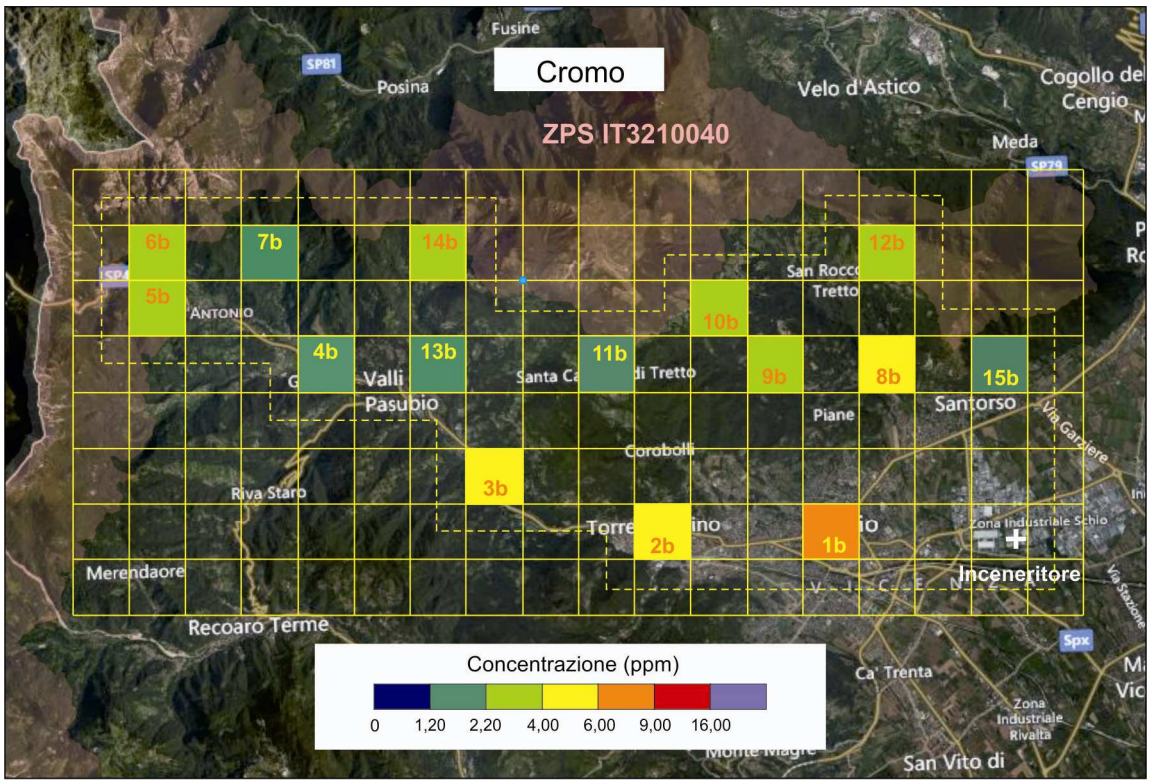


Fig. 4.13 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di cromo nei talli lichenici I quadrati colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

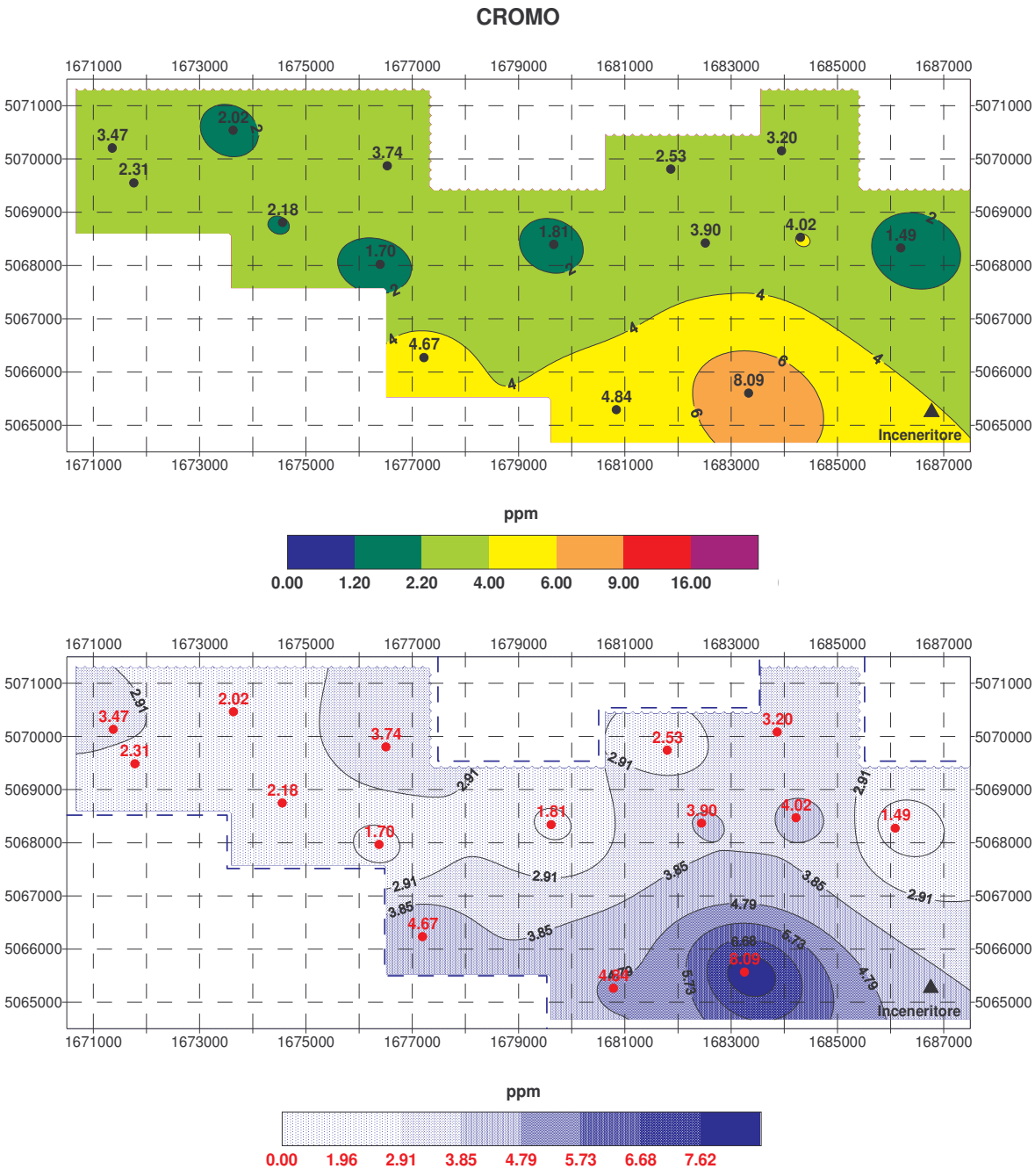


Fig. 4.14 - Mappe delle concentrazioni di cromo: A – mappa ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8; B - mappa ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

4.4.5. Rame

La concentrazione media di rame nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 7,63 ppm (± 2,44 ppm); il valore mediano, di 7,30 ppm, si colloca nella seconda classe percentile (colore verde scuro) entro la quale ricade il 40,0% delle stazioni, come è desumibile dall'istogramma di Fig. 4.15.

Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 32,02%.

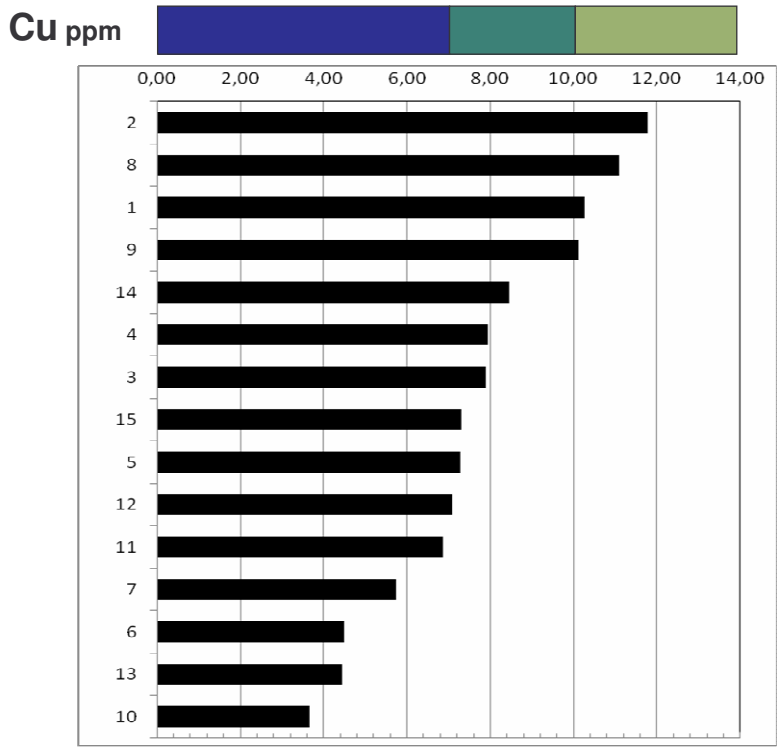


Fig. 4.15 - Bioaccumulo di rame nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

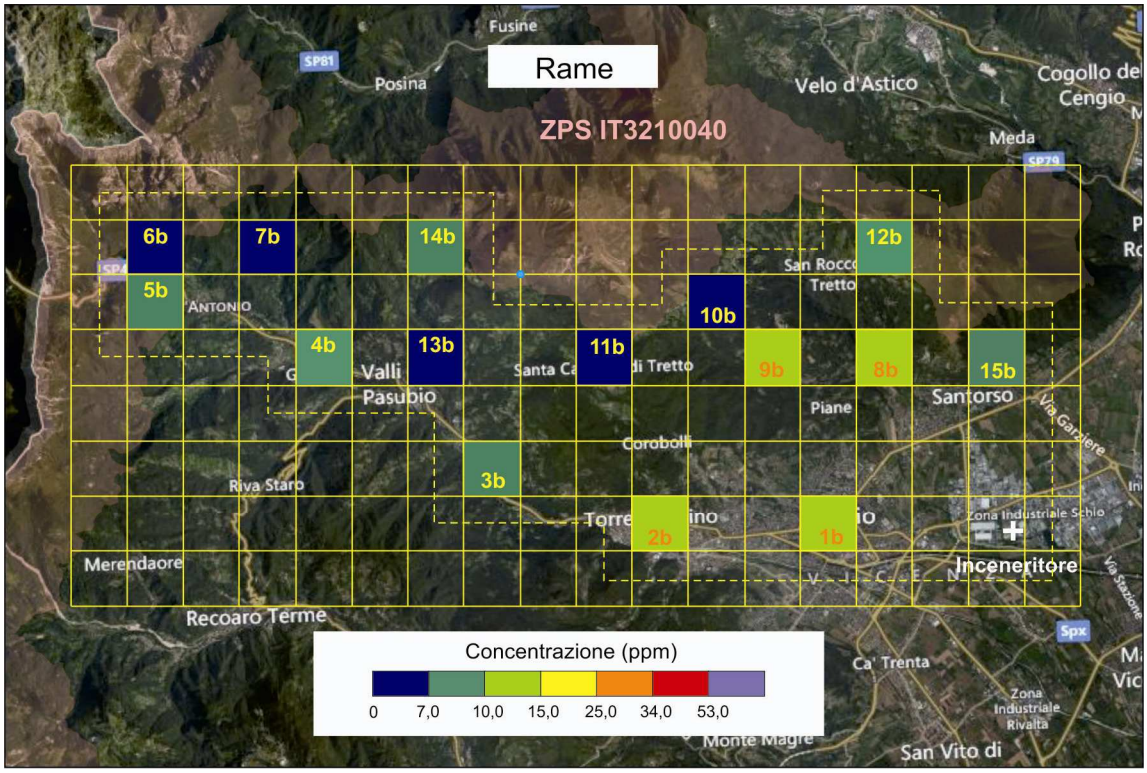
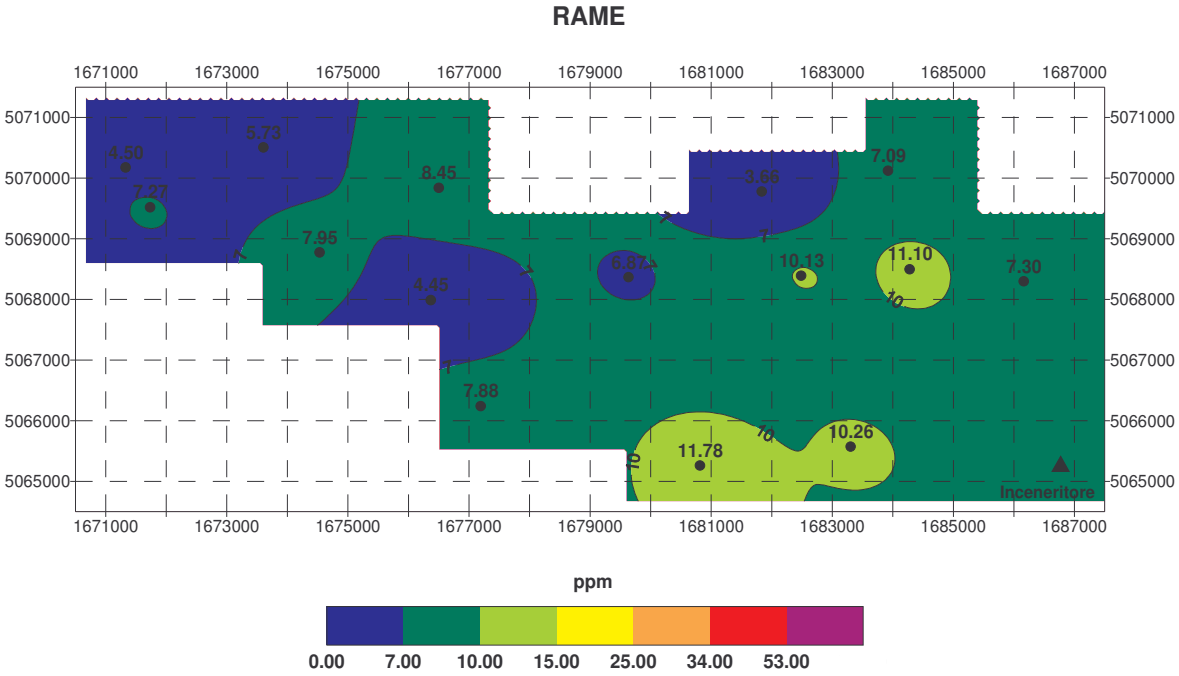
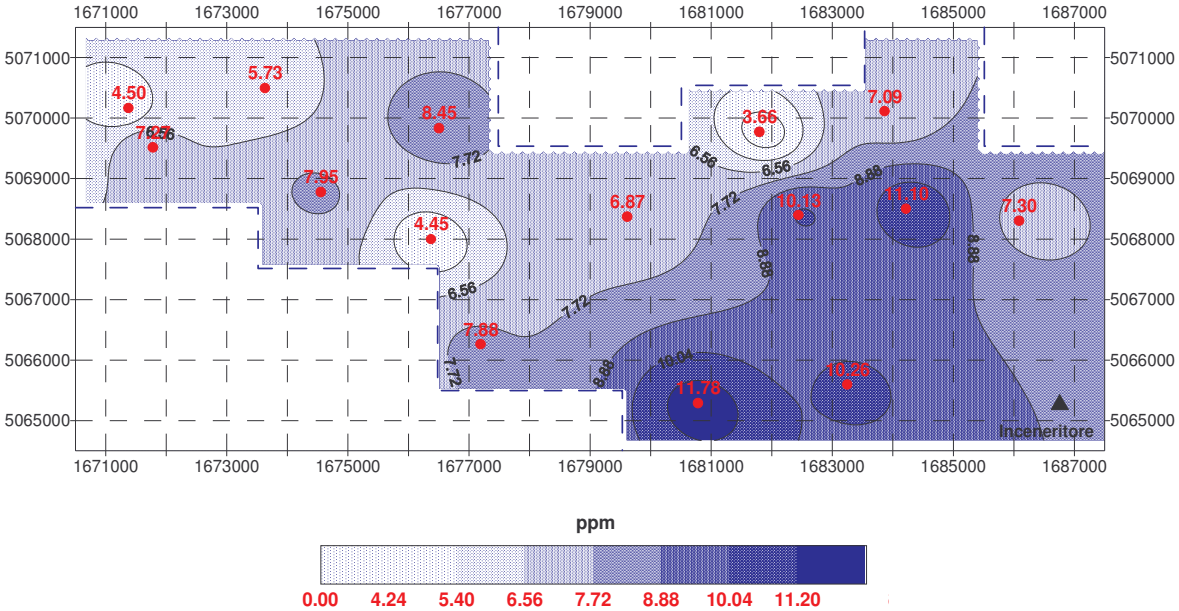


Fig. 4.16 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di rame nei talli lichenici I quadrati colorati



rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione



di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

Fig. 4.17 - Mappe delle concentrazioni di rame: A – mappa ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8; B - mappa ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

Il valore massimo di concentrazione di rame (11,78 ppm) è stato rilevato nella stazione 2b, situata in un quartiere residenziale di Torrebelvicino, mentre il minimo di 3,66 ppm è relativo alla stazione 10b di Bosco di Tretto.

Le situazioni fin qui descritte numericamente trovano riscontro nelle elaborazioni cartografiche di Fig. 4.17, nelle quali si ha modo di constatare una distribuzione molto omogenea del metallo in quasi tutta l'area di studio.

I valori minimi di concentrazione sono stati rilevati nella fascia montana dell'area di studio mentre i valori massimi sono concentrati alle quote inferiori dove è diffusa la coltivazione della vite che, in tutto o in parte può essere responsabile della diffusione del metallo nell'area di studio

4.4.6. Mercurio

In ben tredici delle quindici stazioni di bioaccumulo la concentrazione di mercurio nei talli di *Punctelia subrudecta* è risultata inferiore al limite minimo rilevabile dallo strumento analitico utilizzato. Solo nelle stazioni 1b e 2b i valori hanno superato il limite strumentale. La scarso dettaglio della misura non ha consentito di discernere i valori riconducibili alle prime tre classi percentili, di modo che, per redigere una rappresentazione cartografica, nella quale si potesse evidenziare la zona in cui ricadevano i due valori massimi, si è pensato di assegnare, a tutte le stazioni con concentrazione inferiore a limite di 0,2 ppm, il valore arbitrario di 0,15 ppm.

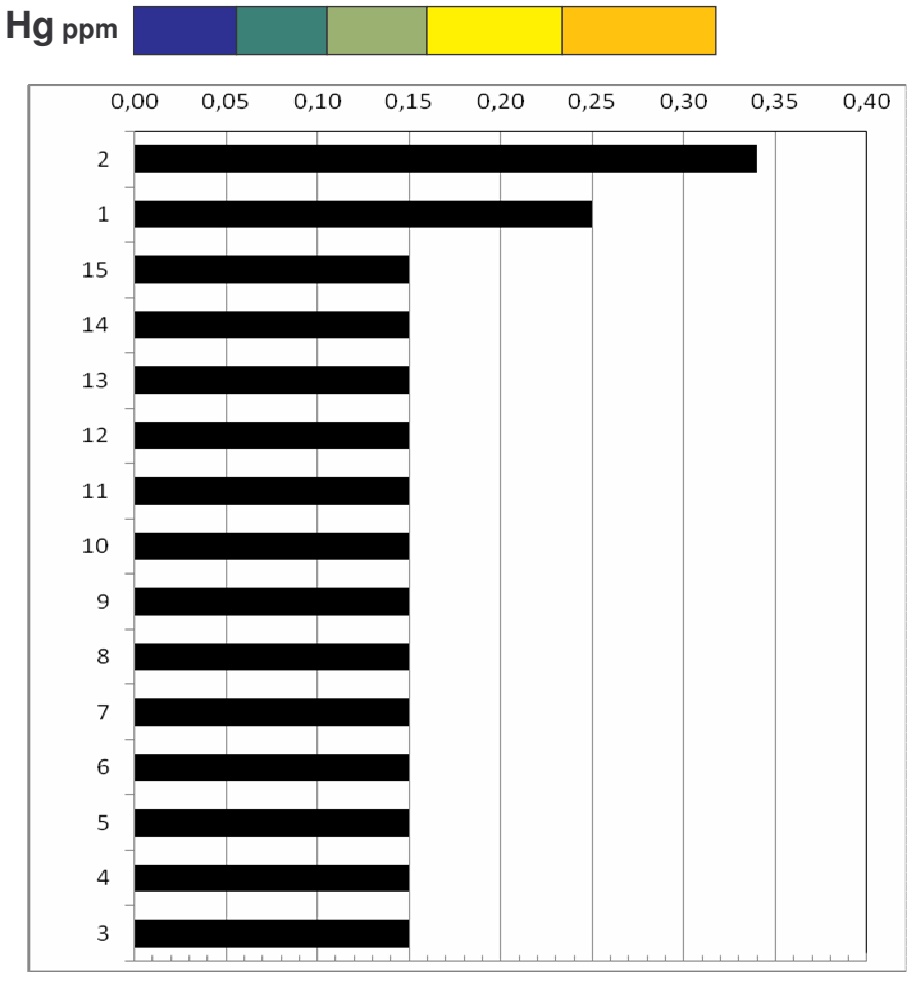


Fig. 4.18 - Bioaccumulo di mercurio nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Per le stazione nelle quali il valore di concentrazione non è stato fornito in modo assoluto ma indicato come inferiore a 0,2 ppm, è stata fatta la scelta arbitraria di rappresentarlo corrispondente a 0,15 ppm. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

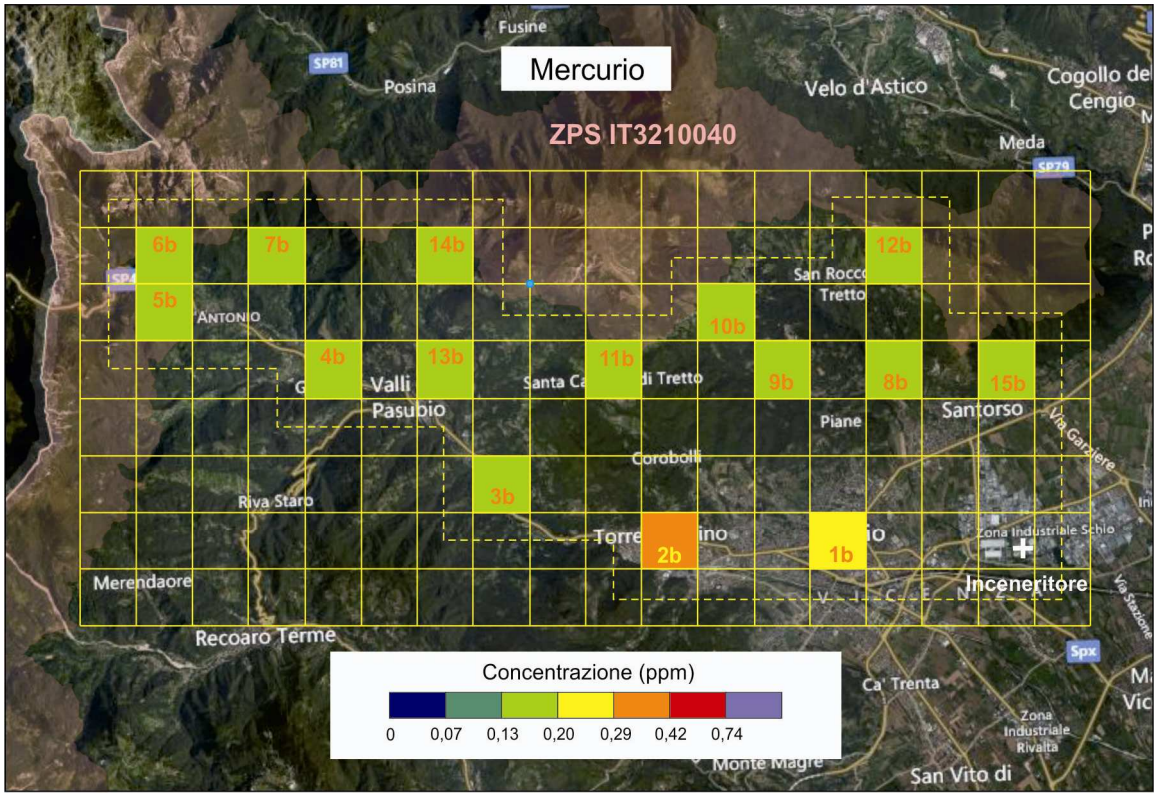


Fig. 4.19 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di mercurio nei talli lichenici I quadrati colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

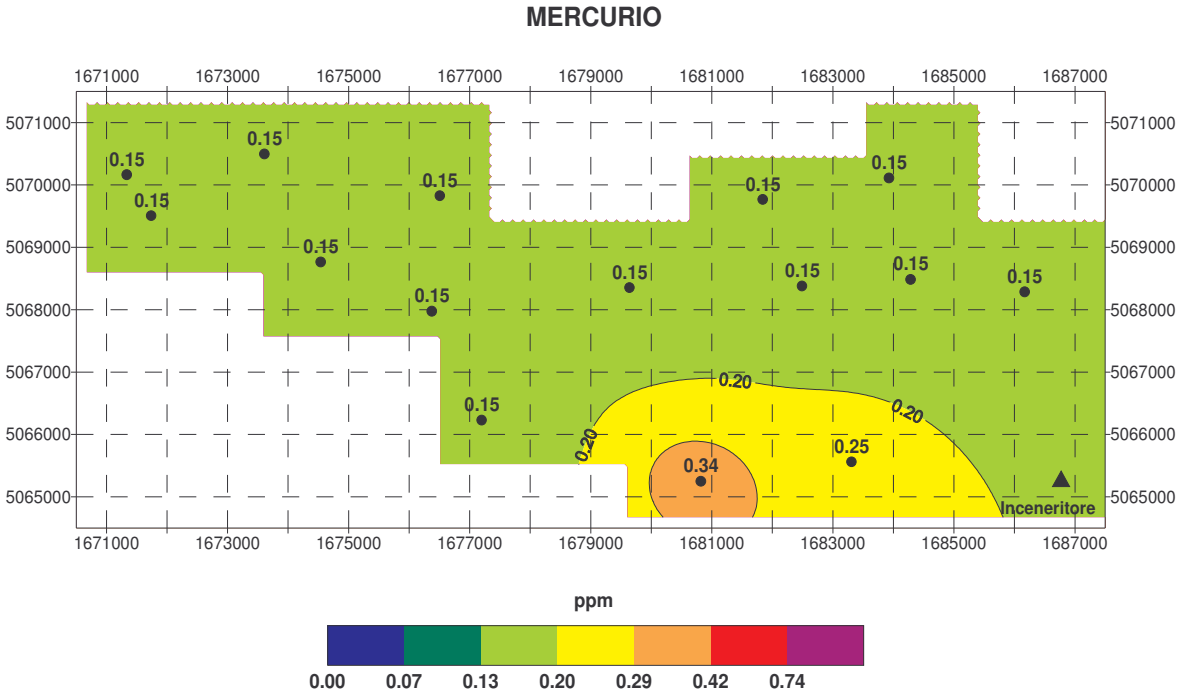


Fig. 4.20 - Mappa delle concentrazioni di mercurio ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8.

La stazione con il valore massimo di concentrazione di mercurio (0,34 ppm) corrisponde alla 2b, situata nel paese di Torrebelvicino. La seconda stazione con la maggiore concentrazione del metallo è quella di Schio (1b) con 0,25 ppm. Le due stazioni risultano vicine e in linea con l'imbocco della Valle Leogra (fig. 4.19).

Nella carta di fig. 4.20 è messa in evidenza, nella zona **interessata allo studio,** la distribuzione della concentrazione del metallo e le due stazioni con maggiore concentrazione**.** I valori massimi rilevati rientrano rispettivamente nella 5 e 4 classe percentile.

4.4.7. Manganese

La concentrazione media di Manganese nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 24,33 ppm (± 9,04 ppm); il valore mediano, di 21,53 ppm, si colloca nella seconda classe percentile (colore verde scuro) entro la quale ricadono solo quattro delle quindici stazioni (26,7%).

Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 37,15%.

Il valore massimo di concentrazione di Manganese (43,98 ppm) è stato rilevato nella stazione 15b, situata poco più in alto del paese di Santorso, sul versante meridionale del Monte Summano; la concentrazione minima, invece, spetta alla stazione 10b di Bosco di Tretto, con solo 12,87 ppm.

La situazione rilevata è stata restituita graficamente nelle elaborazioni cartografiche di Fig. 4.23, nelle quali si ha modo di constatare una distribuzione abbastanza eterogenea del metallo, con valori minimi e massimi distribuiti in modo sparso.

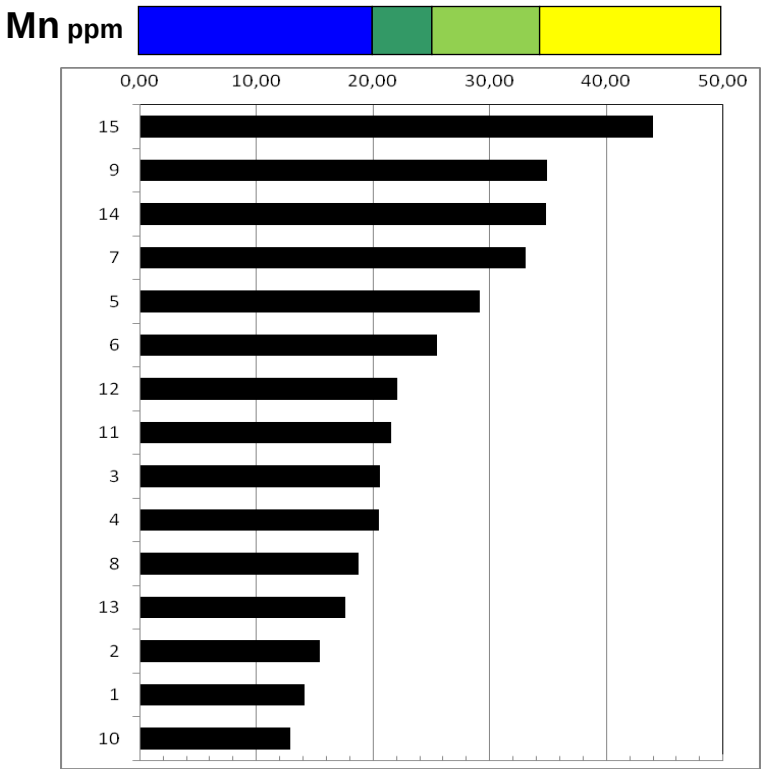
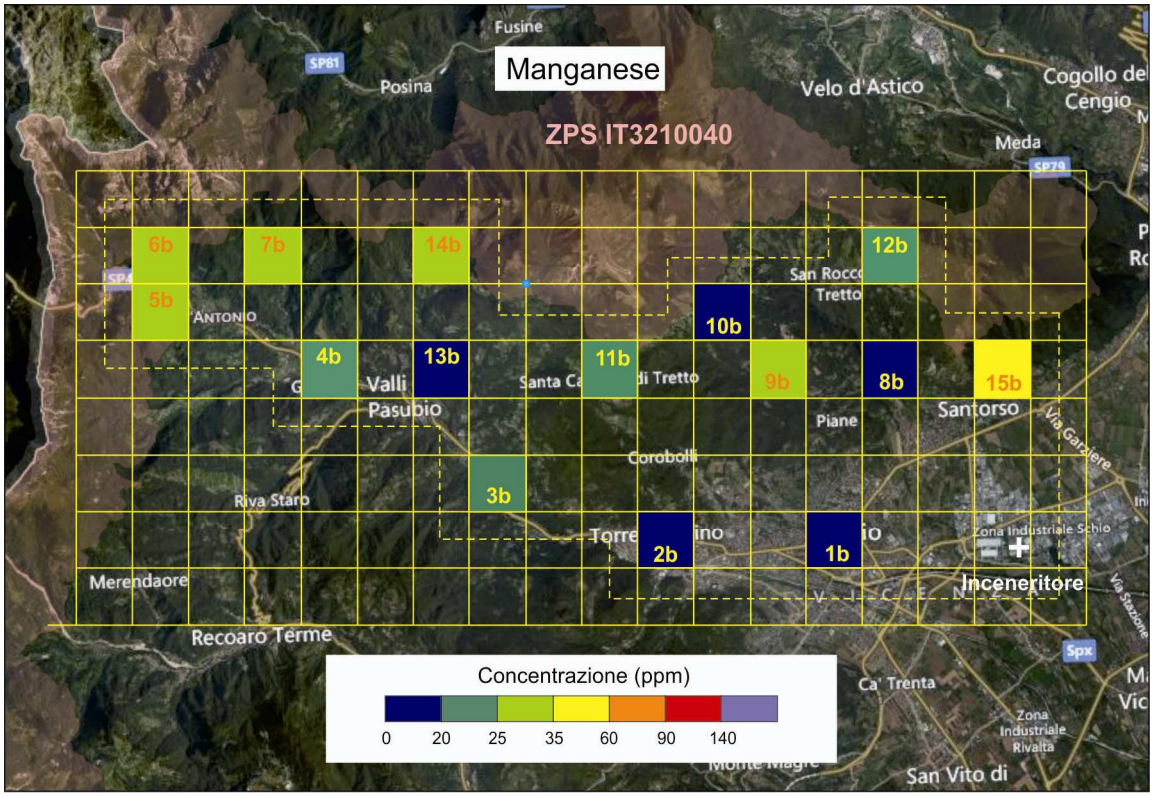


Fig. 4.21 - Bioaccumulo di manganese nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le



concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

Fig. 4.22 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di manganese nei talli lichenici I quadrati colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

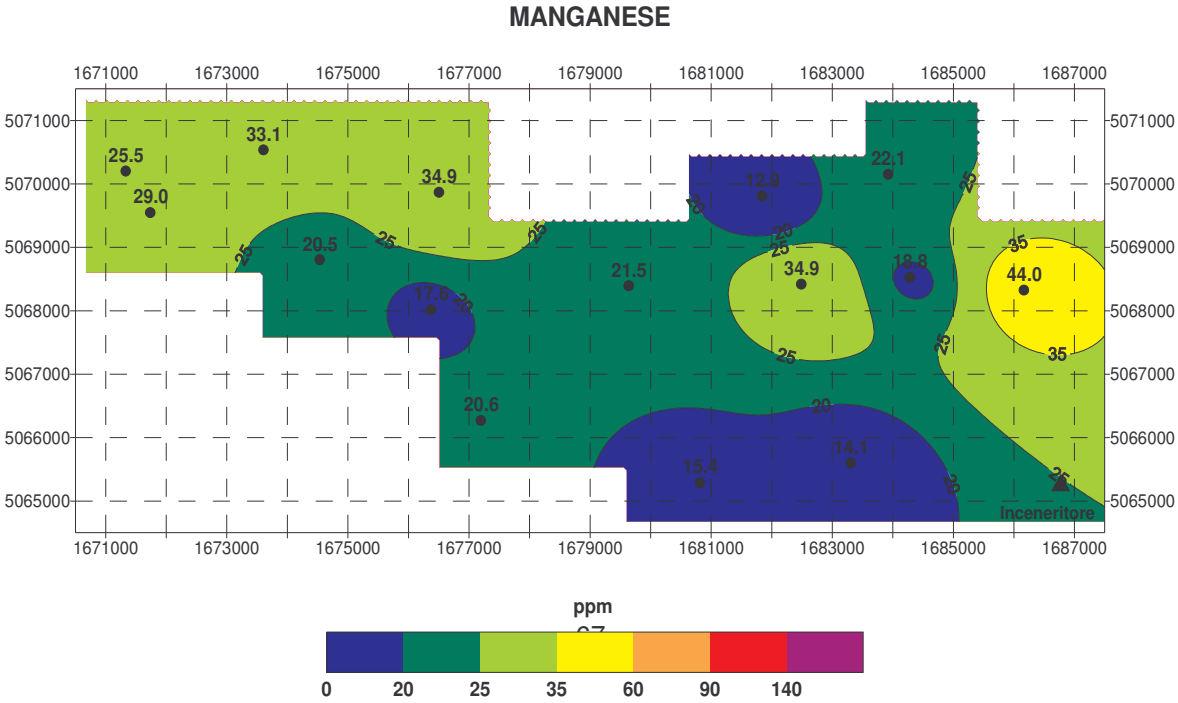


Fig. 4.23a - Mappa delle concentrazioni di manganese ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8.

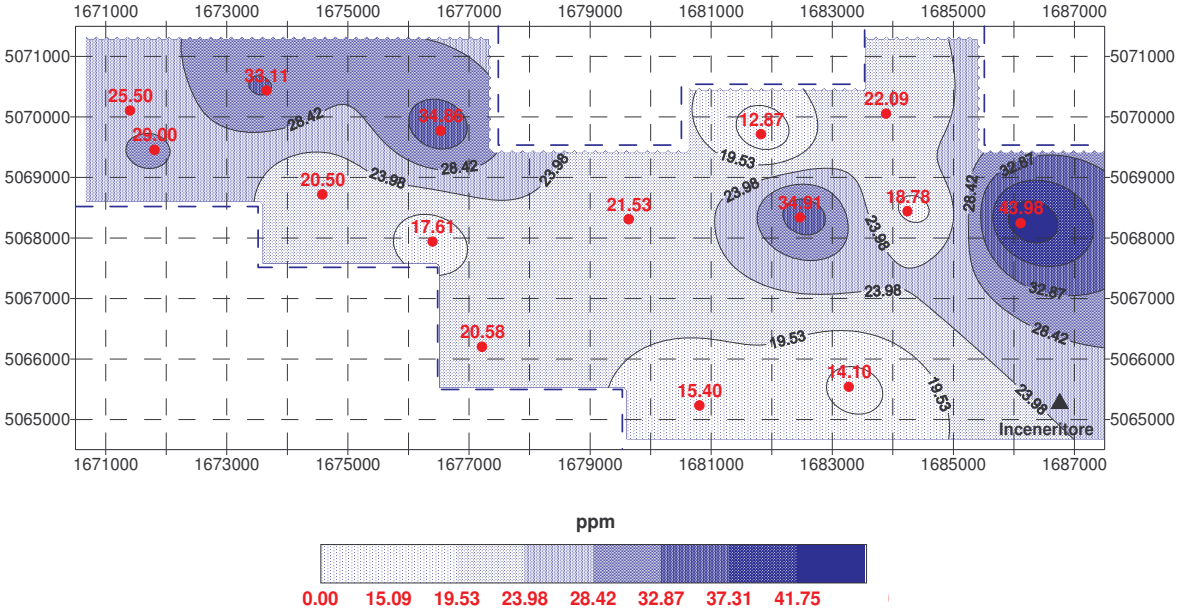


Fig. 4.23b - Mappa delle concentrazioni di manganese ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

4.4.8. Nichel

La concentrazione media di Nichel nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 1,47 ppm (± 0,71 ppm); il valore mediano, di 1,38 ppm, si colloca nella seconda classe percentile (colore verde scuro) entro la quale ricade il 46,7% delle stazioni, come è desumibile dall'istogramma di Fig. 4.24.

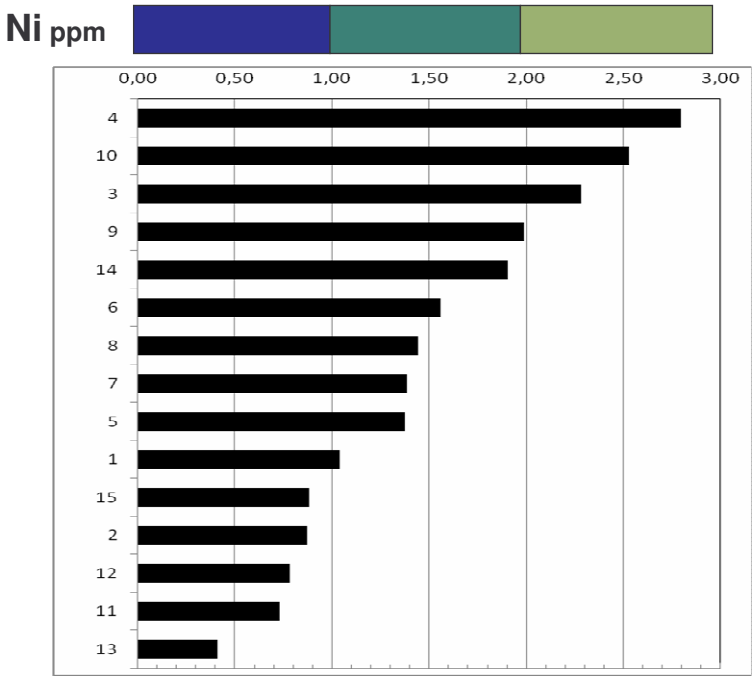


Fig. 4.24 - Bioaccumulo di nichel nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

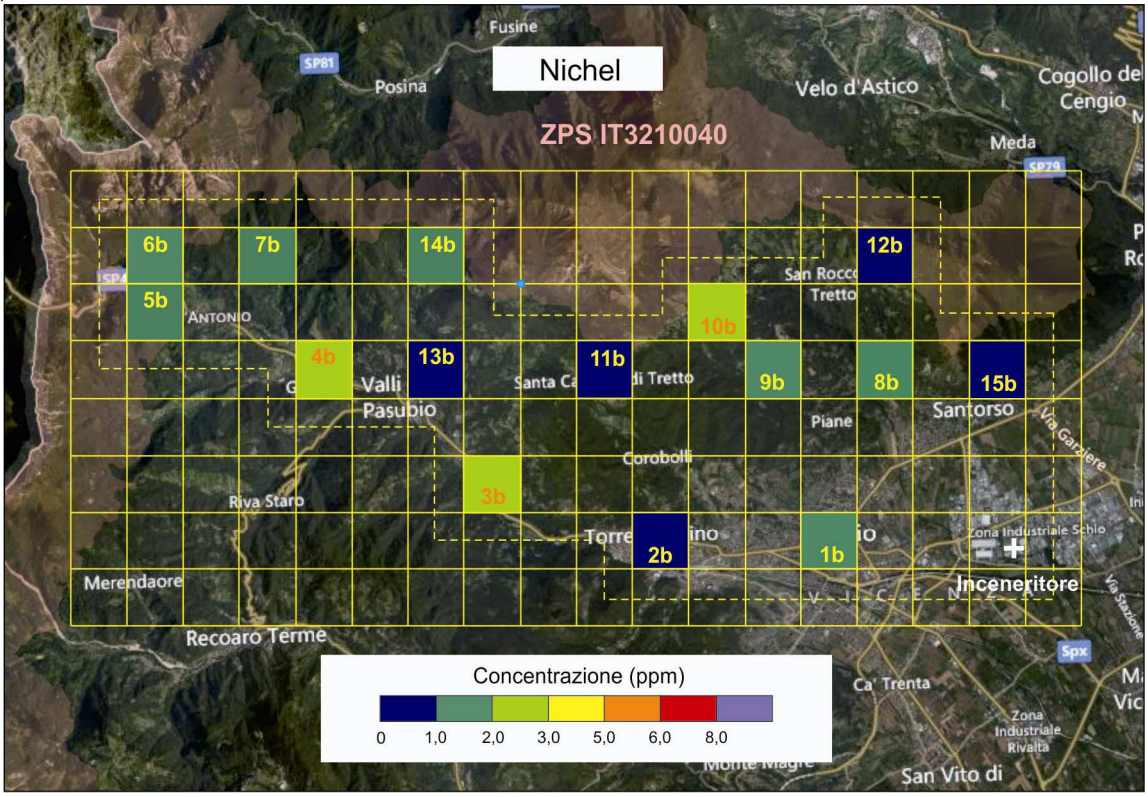


Fig. 4.25 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di nichel nei talli lichenici I quadrati colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

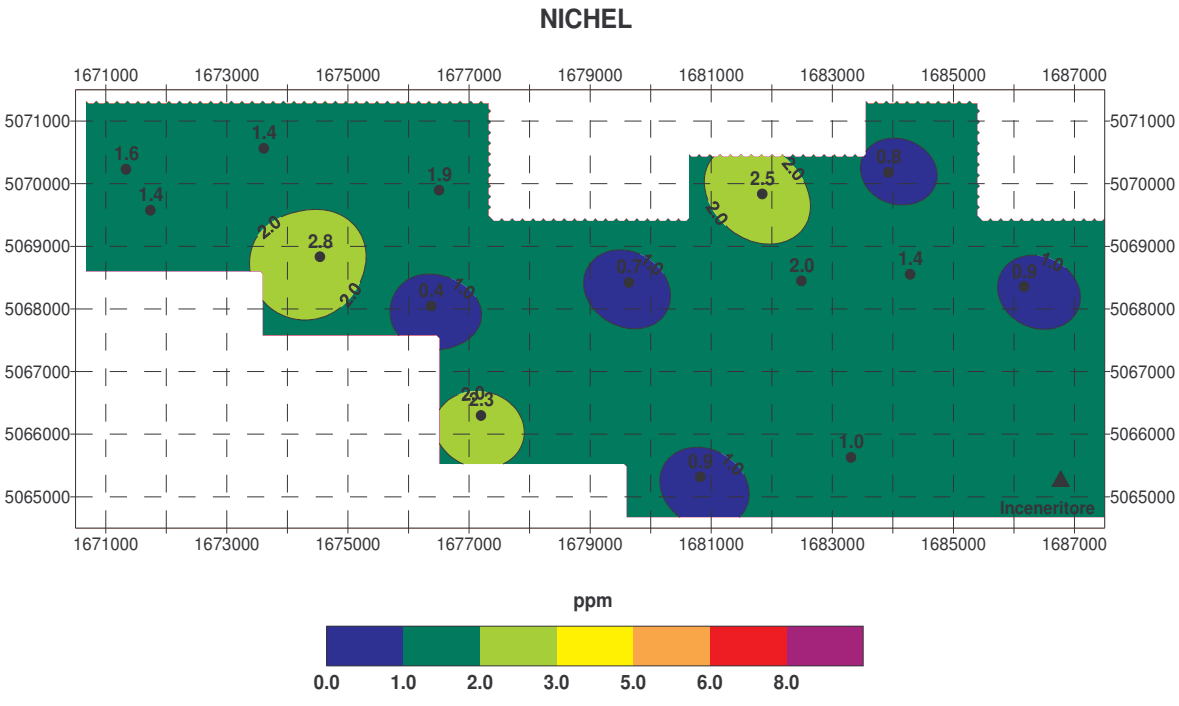


Fig. 4.26a - Mappa delle concentrazioni di nichel ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8.

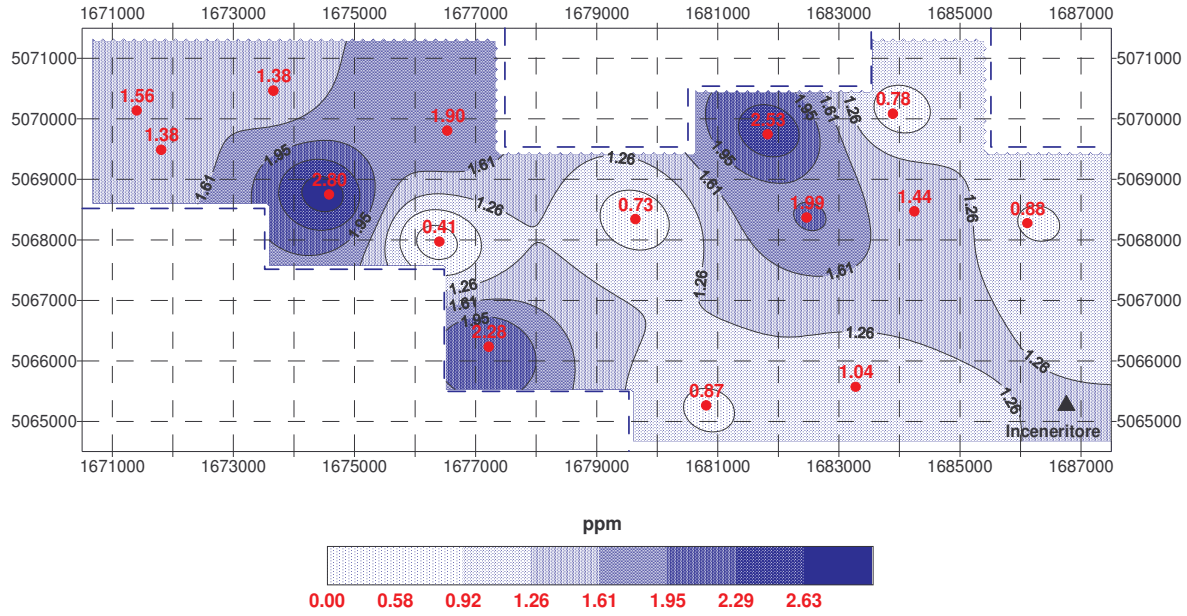


Fig. 4.26b - Mappa delle concentrazioni di nichel ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 48,41%.

Il valore massimo di concentrazione di Nichel (2,80 ppm) è stato rilevato nella stazione 4b, in località Costapiana di sotto, in Comune di Valli del Pasubio. Il valore minimo, invece, è relativo alla stazione 13b presso Contrada Tommasi, situata nel medesimo Comune.

Le rappresentazioni cartografiche di Fig. 4.26 mettono in evidenza una dispersione di nichel molto omogenea in tutta l'area di studio. Le stazioni con le concentrazioni massime e minime, infatti, compaiono nella carta di fig. 4.26a come delle piccole isole disgiunte.

4.4.9. Vanadio

La concentrazione media di Vanadio nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 1,11 ppm (± 0,73 ppm); il valore mediano, di 0,76 ppm, si colloca nella seconda classe percentile (colore verde scuro) entro la quale ricade l'80,0% delle stazioni, come è desumibile dall'istogramma di Fig. 4.27.

Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 65,76%.

Il valore massimo di concentrazione di Vanadio (2,74 ppm) è stato rilevato nella stazione 14b, ubicata nei pressi di Contrada Pozza, in Comune di Valli del Pasubio. La concentrazione massima, invece, è relativa alla stazione 15b, di località Roagna, in Comune di Santorso.

Le situazioni fin qui descritte numericamente trovano riscontro nelle elaborazioni cartografiche di Fig. 4.29, nelle quali si ha modo di constatare una distribuzione molto omogenea del metallo in tutta l'area di studio.

Dall'elaborazione del fattore di arricchimento, è risultato che la presenza di Vanadio nei talli lichenici è collegata principalmente, al sollevamento di polvere dai suoli.

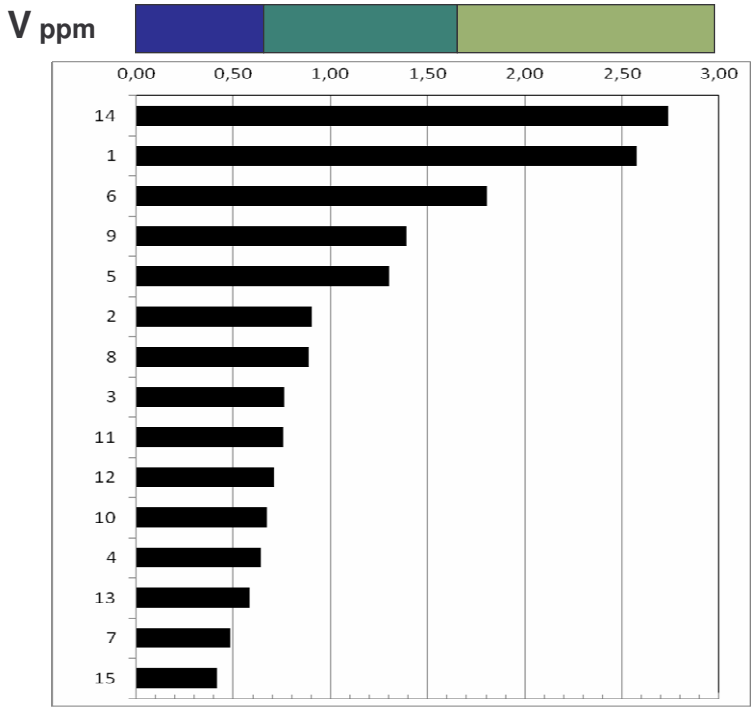
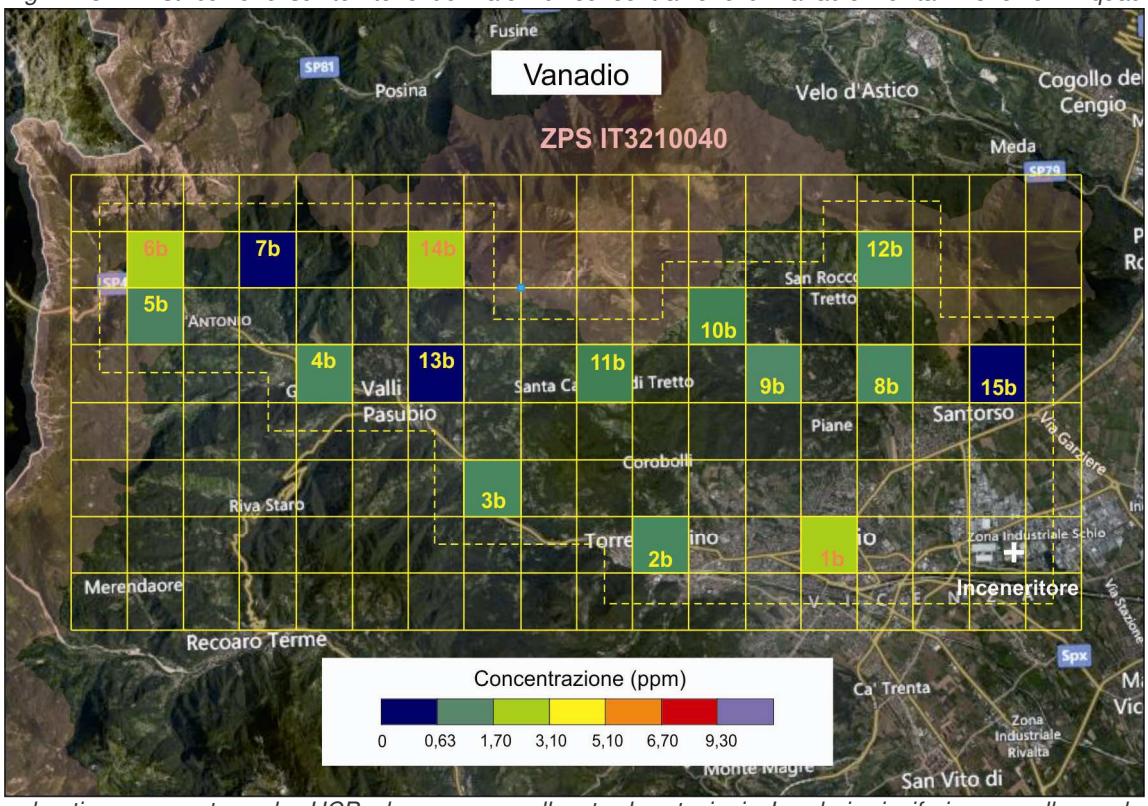


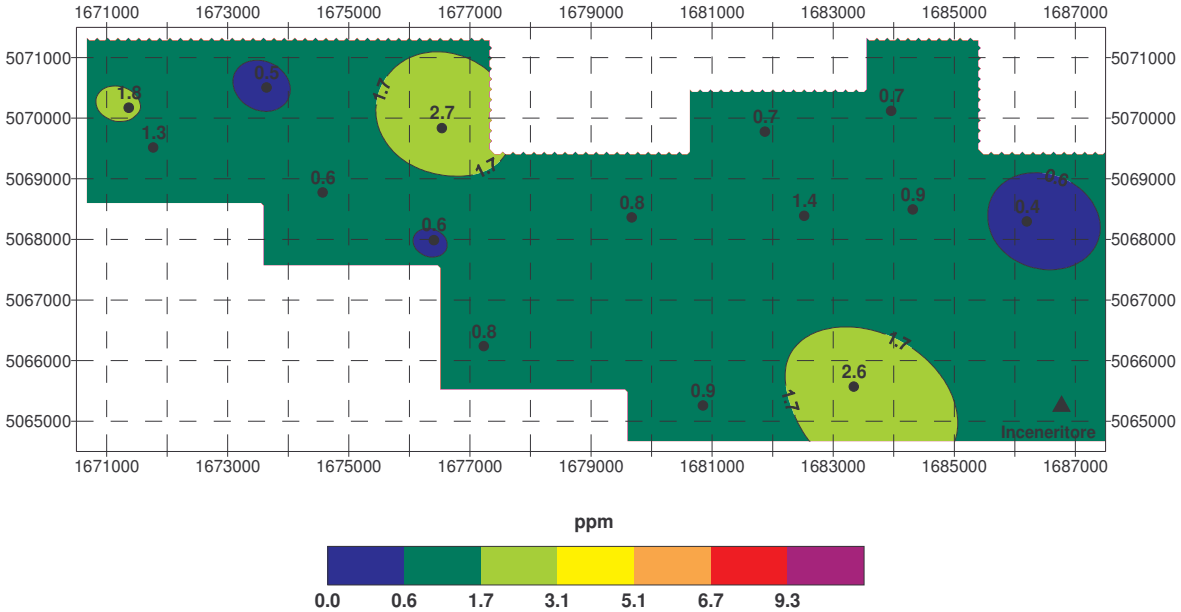
Fig. 4.27 - Bioaccumulo di vanadio nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

Fig. 4.28 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di vanadio nei talli lichenici I quadrati



colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

VANADIO



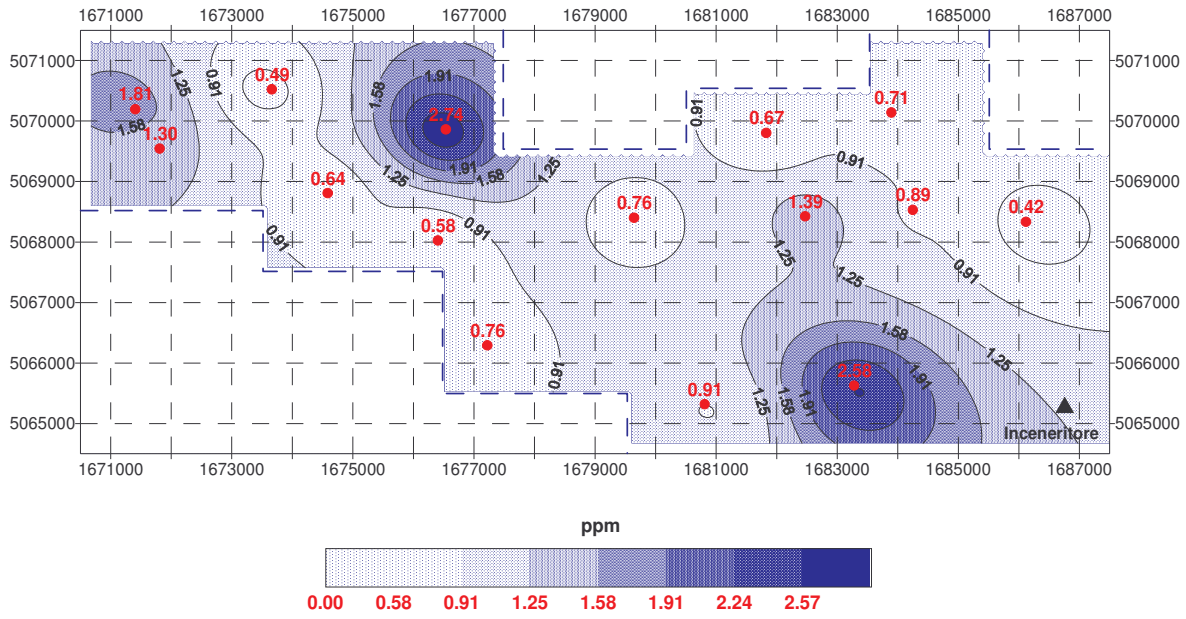


Fig. 4.29 - Mappe delle concentrazioni di vanadio: A – mappa ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8; B - mappa ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

4.4.10. Zinco

La concentrazione media di zinco nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 42,67 ppm (± 18,74 ppm); il valore mediano, di 39,50 ppm, si colloca nella seconda classe percentile (colore verde scuro) entro la quale ricade il 33,3% delle stazioni, come è desumibile dall'istogramma di Fig. 4.30.

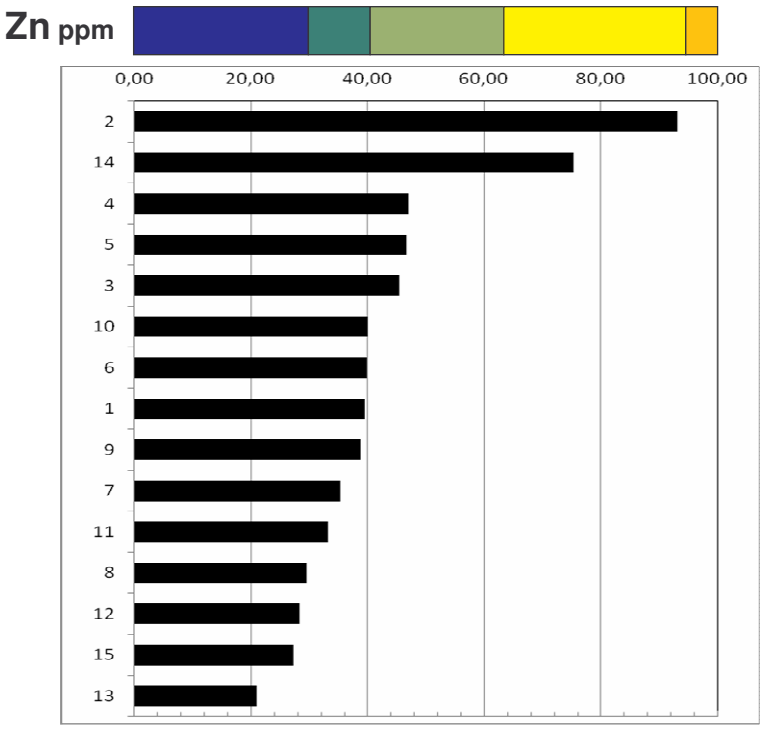


Fig. 4.30 - Bioaccumulo di zinco nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del metallo nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

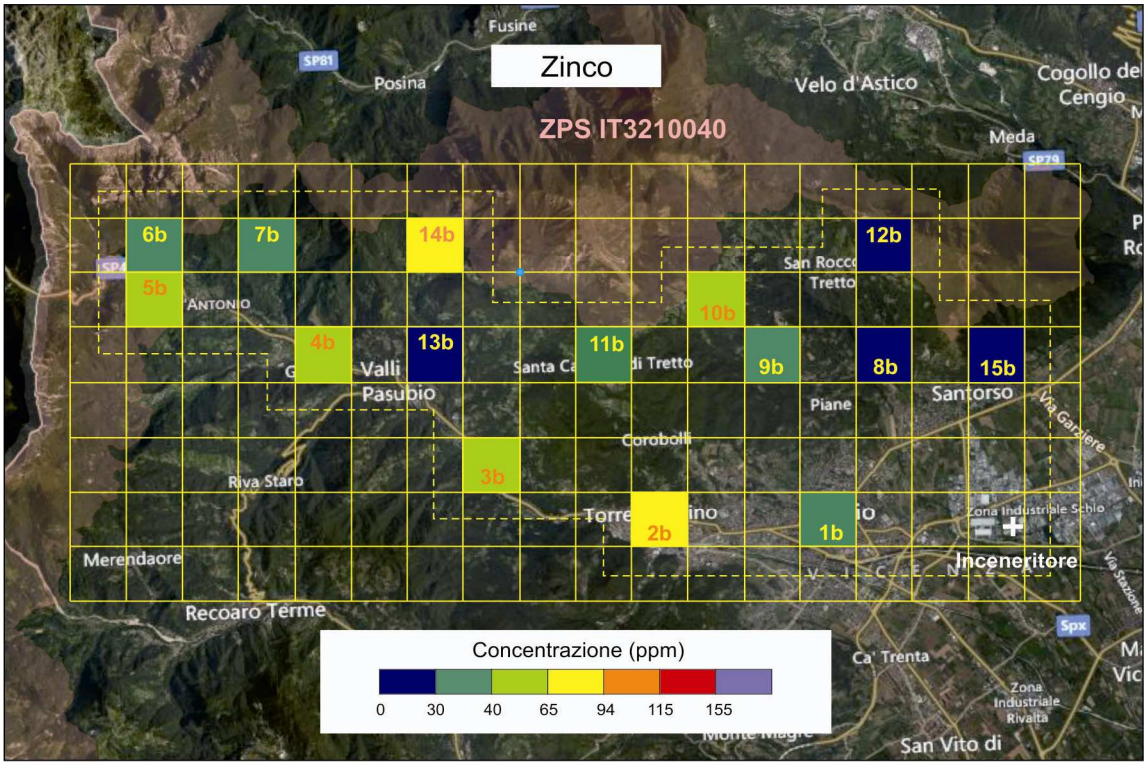


Fig. 4.31 – Distribuzione sul territorio dei valori di concentrazione di zinco nei talli lichenici I quadrati colorati rappresentano le UCP dove sono collocate le stazioni. I colori si riferiscono alla scala di naturalità/alterazione di tab. 4,8. In colore rosa è stata evidenziata la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

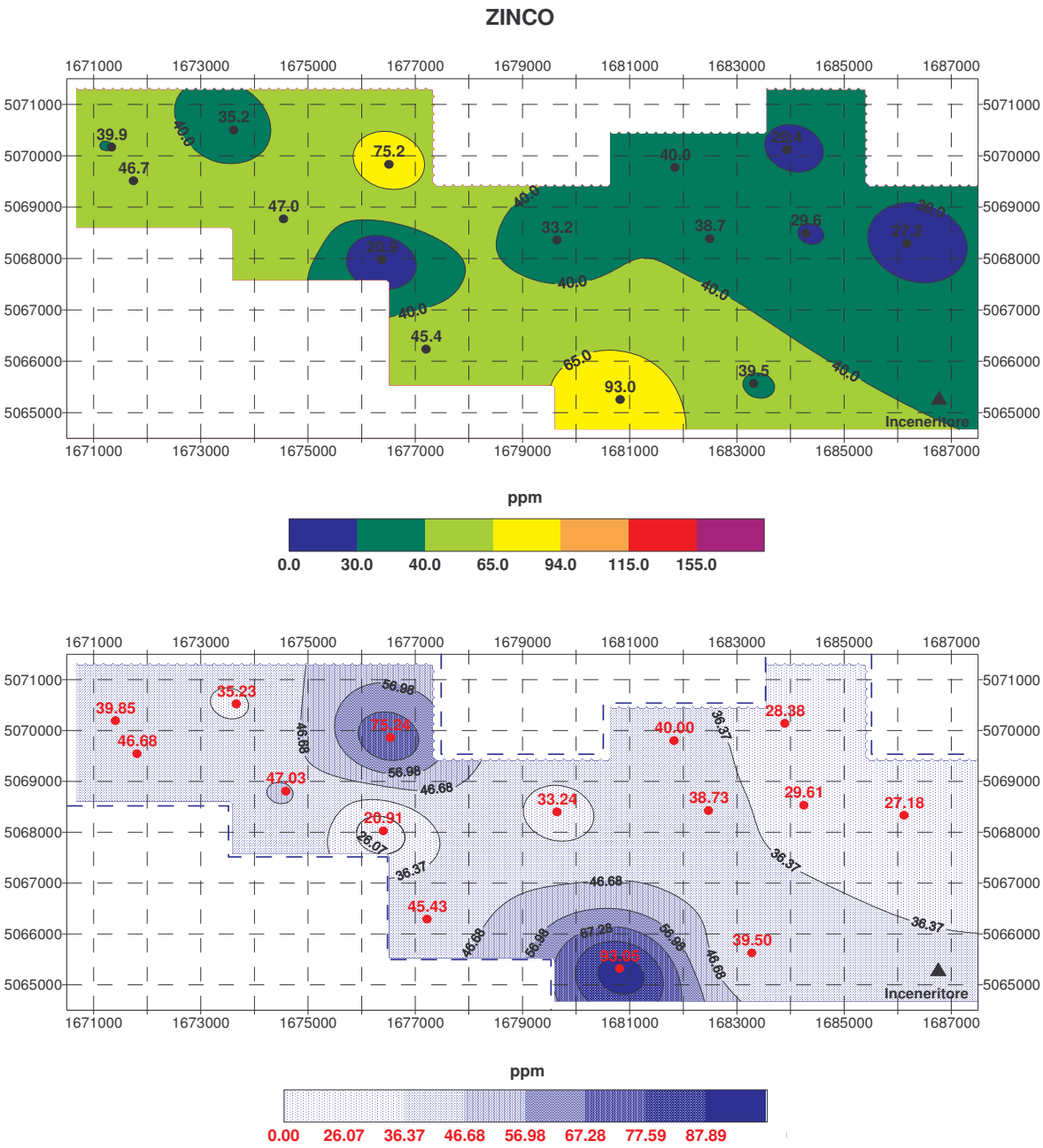


Fig. 4.32 - Mappe delle concentrazioni di zinco: A – mappa ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.8; B - mappa ottenuta suddividendo in 8 classi la differenza di concentrazione tra i valori massimo e minimo.

Il coefficiente di variazione percentuale è pari a 43,91%.

Il valore massimo di concentrazione di zinco (93,05 ppm) è stato rilevato nella stazione 2b di Torrebelvicino; in valore minimo, invece, spetta alla stazione 13b di Contrada Tomasi, in Comune di Valli del Pasubio.

La cartografia di fig. 4.32 mette in evidenza come le stazioni che si distinguono per i maggiori valori di concentrazione abbiano la tendenza a risultare più numerose lungo la Valle Leogra mentre nella zona dell'Altipiano di Tretto, la concentrazione di zinco, in generale, risulta più modesta.

Gridding Report

Gridding Rules

Gridding Method:	Inverse Distance to a Power
Weighting Power:	2
Smoothing Factor:	0
Anisotropy Ratio:	0,8
Anisotropy Angle:	70°

Search Parameters

No Search (use all data):	true

Output Grid

Grid Size:	42 rows x 100 columns
Total Nodes:	4200
Filled Nodes:	2775
Blanked Nodes:	1425

Grid Geometry

X Minimum:	1670500
X Maximum:	1687500
X Spacing:	171.7171
Y Minimum:	5064500
Y Maximum:	5071500
Y Spacing:	170.7317

Tab. 4.9 – Principali parametri utilizzati per l'elaborazione delle carte del Bioaccumulo.

4.5. Elaborazione statistica dei dati di bioaccumulo

La tabella 4.10 riporta la matrice simmetrica con i coefficienti di correlazione ed il risultato del test di significatività (test t) per ciascuna coppia di metalli (15 stazioni, 13 gradi di libertà).

Dal quadro generale risultano correlate solo poche copie di metalli. In particolare manganese e nichel non presentano correlazione con nessuno degli altri metalli analizzati; l'alluminio presenta una correlazione significativa con il cadmio ed il vanadio; l'arsenico risulta correlato in modo altamente significativo (r= 0,641) con il vanadio; il cadmio presenta una correlazione significativa con l'alluminio; il cromo risulta correlato in forma altamente significativa (r= 0,642) con il vanadio e significativa con il rame ed il mercurio; il rame risulta correlato significativamente con il cromo ed il mercurio; il mercurio presenta una correlazione altamente significativa con lo zinco (r= 0,665) e significativa con cromo e rame; il vanadio presenta una correlazione altamente significativa con arsenico (r= 0,641) e cromo (r= 0,642) e significativa con l'alluminio; lo zinco risulta altamente correlato con il mercurio (r= 0,665).

	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	V	Zn
Al	1,0000 t = --	0,1766 t= 0,646	0,5250 t= 2,224	0,0793 t= 0,287	0,1676 t= 0,613	-0,1412 t= -0,514	0,4570 t= 1,852	0,1154 t= 0,419	0,5913 t= 2,643	0,3331 t= 1,274
As	0,1766 t= 0,645	1,0000 t = --	0,2864 t= 1,078	0,3639 t= 1,409	0,1629 t= 0,595	0,0354 t= 0,128	0,3270 t= 1,247	-0,1221 t= -0,444	0,6412 t= 3,013	-0,0081 t= -0,029
Cd	0,5250 t= 2,224	0,2864 t= 1,078	1,0000 t = --	-0,0651 t= -0,235	0,0800 t= 0,289	-0,1841 t= -0,675	0,3050 t= 1,155	-0,0575 t= -0,208	0,2858 t= 1,075	-0,0348 t= -0,126
Cr	0,0793 t= 0,287	0,3639 t= 1,409	-0,0651 t= -0,235	1,0000 t = --	0,6082 t= 2,763	0,5778 t= 2,552	-0,3891 t= -1,523	0,0259 t= 0,093	0,6422 t= 3,021	0,3331 t= 1,274
Cu	0,1676 t= 0,613	0,1629 t= 0,595	0,0800 t= 0,289	0,6082 t= 2,763	1,0000 t = --	0,5696 t= 2,498	-0,0279 t= -0,101	-0,0510 t= -0,184	0,2845 t= 1,070	0,4614 t= 1,875
Hg	-0,1412 t= -0,514	0,0354 t= 0,128	-0,1841 t= -0,675	0,5778 t= 2,552	0,5696 t= 2,498	1,0000 t = --	-0,3952 t= -1,551	-0,2901 t= -1,093	0,1826 t= 0,669	0,6652 t= 3,212
Mn	0,4570 t= 1,852	0,3270 t= 1,247	0,3050 t= 1,155	-0,3891 t= -1,523	-0,0279 t= -0,101	-0,3952 t= -1,551	1,0000 t = --	-0,0258 t= -0,093	0,0464 t= 0,168	-0,0797 t= -0,288
Ni	0,1154 t= 0,419	-0,1221 t= -0,444	-0,0575 t= -0,208	0,0259 t= 0,093	-0,0510 t= -0,184	-0,2901 t= -1,093	-0,0258 t= -0,093	1,0000 t = --	0,0804 t= 0,291	0,2024 t= 0,745
V	0,5913 t= 2,643	0,6412 t= 3,013	0,2858 t= 1,075	0,6422 t= 3,021	0,2845 t= 1,070	0,1826 t= 0,669	0,0464 t= 0,168	0,0804 t= 0,291	1,0000 t = --	0,3800 t= 1,481
Zn	0,3331 t= 1,274	-0,0081 t= -0,029	-0,0348 t= -0,126	0,3331 t= 1,274	0,4614 t= 1,875	0,6652 t= 3,212	-0,0797 t= -0,288	0,2024 t= 0,745	0,3800 t= 1,481	1,0000 t = --

Tab. 4.10 – Coefficienti di correlazione e risultato del test di significatività (test t – seconda riga) per le copie di metalli (15 stazioni) rilevate nei talli lichenici di Punctelia subrudecta*. Sono evidenziate in giallo le correlazioni altamente significative (p<0,01) ed in verde quelle significative (p<0,05).*

In fig. 4.33 sono riportati gli scatterplot delle correlazioni altamente significative e significative tra metalli con la relativa retta di regressione e coefficiente di determinazione R^2 che indica la porzione di variabilità spiegata dalla correlazione stessa.

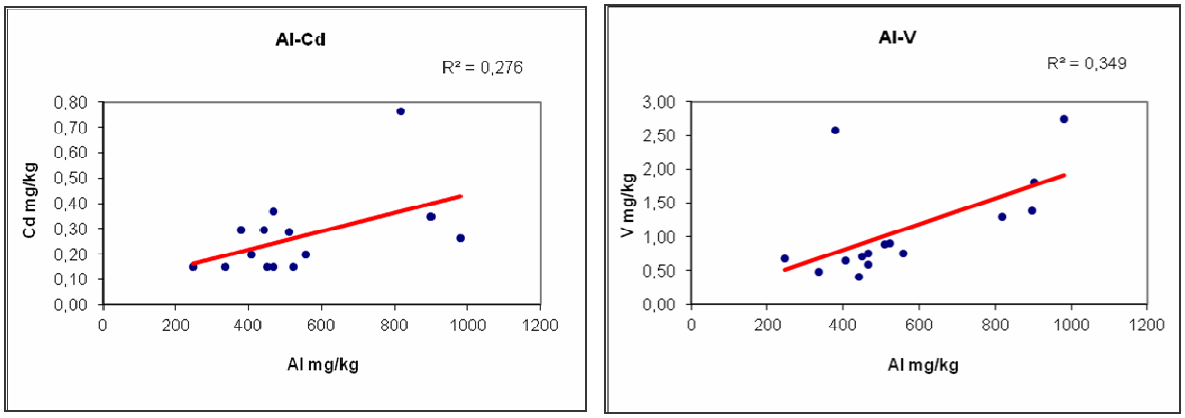


Fig. 4.33a. – Retta di regressione e coefficiente di determinazione R^2 per le correlazioni tra metalli.

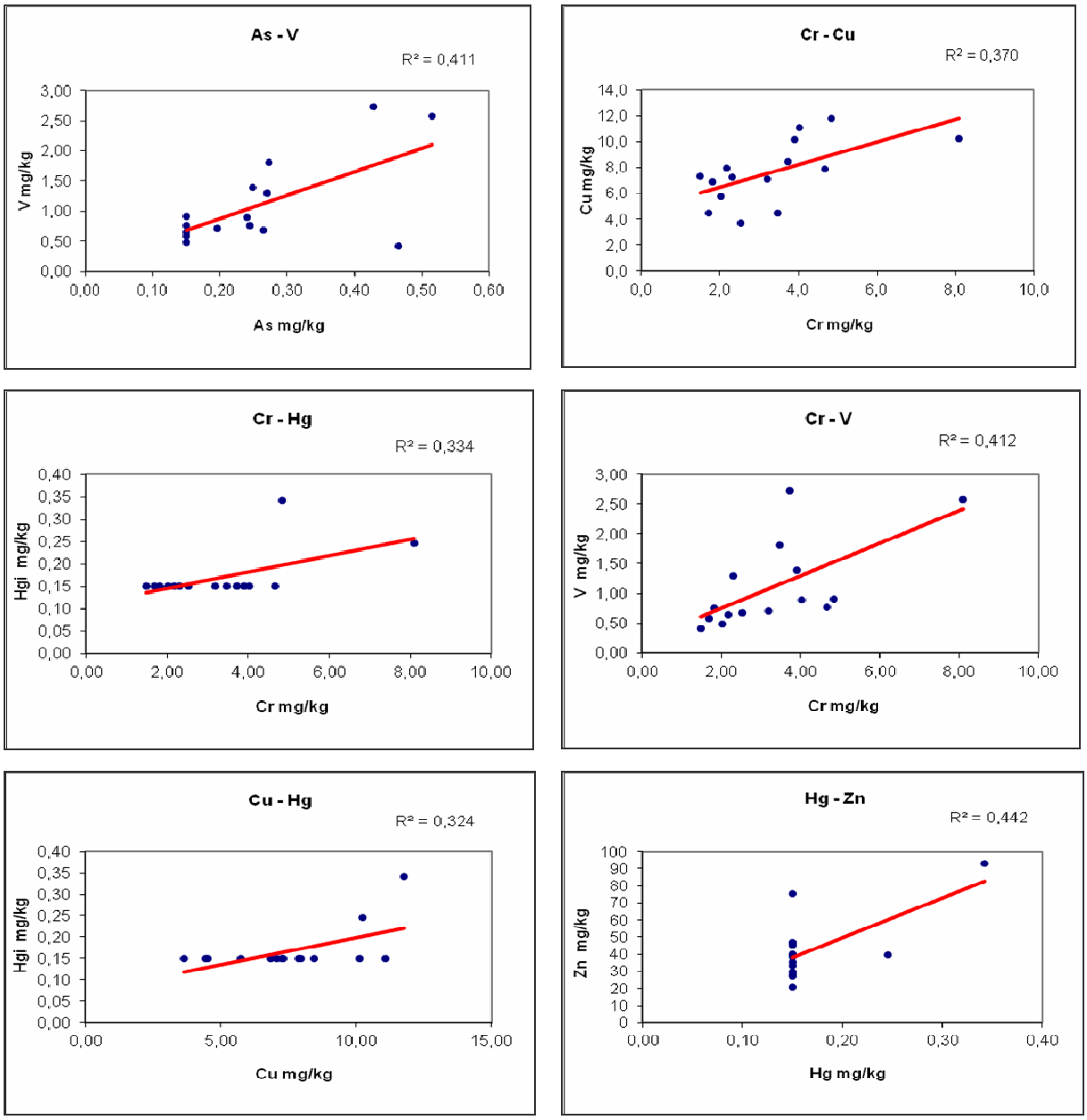


Fig. 4.33b. – Retta di regressione e coefficiente di determinazione R^2 per le correlazioni tra metalli.

Per alcune le copie di elementi messi a confronto, nonostante la correlazione risulti altamente significativa, il valore di R^2 basso indica una mediocre percentuale di variabilità spiegata dalla correlazione.

Anche l'esame visivo della distribuzione dei punti e della retta di regressione (fig. 4.33) evidenzia la diversa "robustezza" della correlazione.

I dati del bioaccumulo, normalizzati rispetto i valori minimo e massimo (min = 0, max = 100), sono stati sottoposti ad analisi multivariata (Cluster analysis) per individuare eventuali relazioni fra

metalli (fig. 4.34), in base alle stazioni in cui questi sono maggiormente presenti, nonchè le differenze tra le stazioni a seconda della concentrazione dei diversi metalli (fig. 4.35).
Nelle elaborazioni è stata utilizzata come funzione di somiglianza il *Coefficiente di correlazione* ed il *Legame Completo* come algoritmo di clustering.

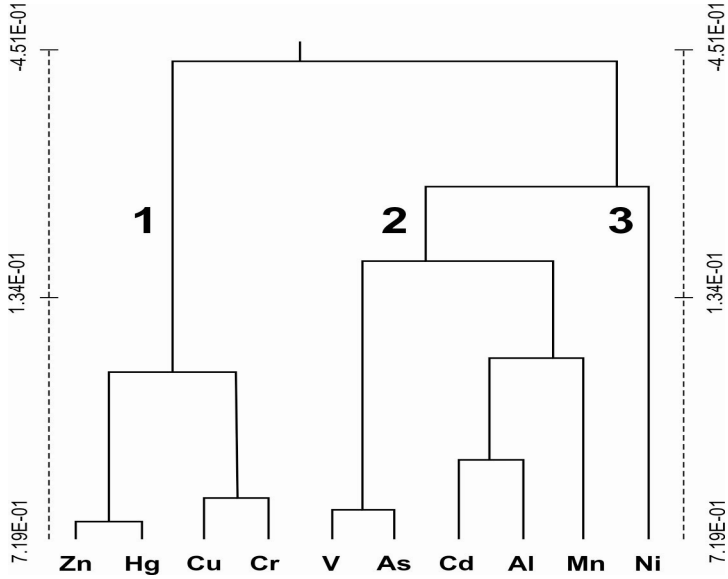


Fig. 4.34 – Dendrogramma ottenuto dalla classificazione dei metalli.

I risultati deducibili dal dendrogramma ribadiscono le correlazioni evidenziate nella tabella 4.10. Emergono, in particolare, le forti correlazioni tra zinco e mercurio e quella tra vanadio e arsenico. Per quanto riguarda il nichel, il dendrogramma lo pone isolato a formare un gruppo a se. Questo evidenzia come detto metallo tende ad avere una dispersione sul territorio completamente scostata da quella degli altri metalli.

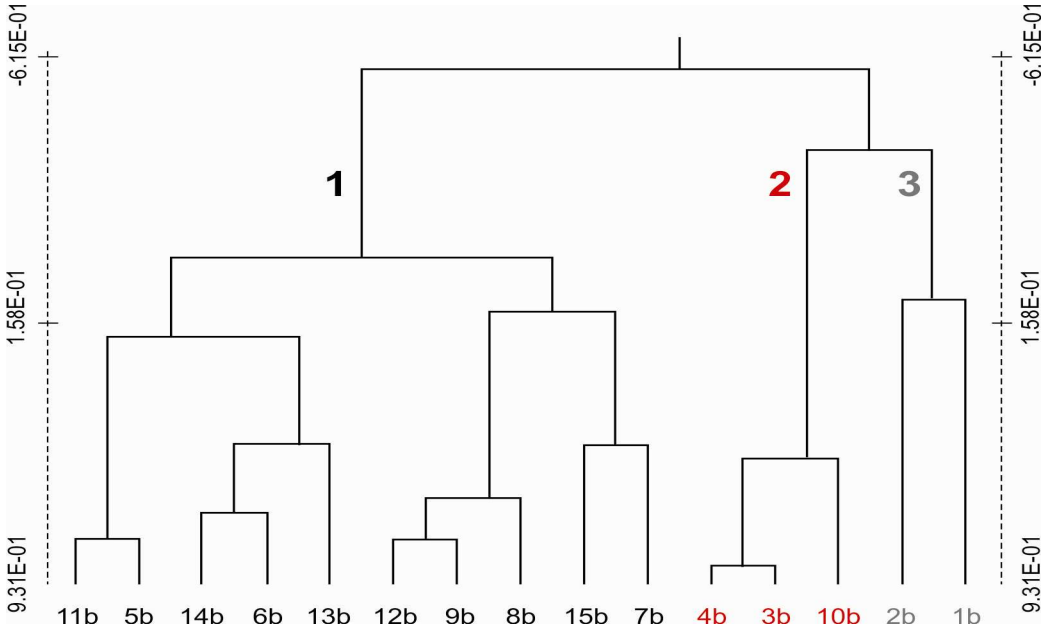


Fig. 4.35 – Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento delle stazioni di bioaccumulo.

Nel dendrogramma di fig. 4.11 è possibile individuare tre gruppi di stazioni, la cui dislocazione sul territorio è rappresentata in figura 4.12.

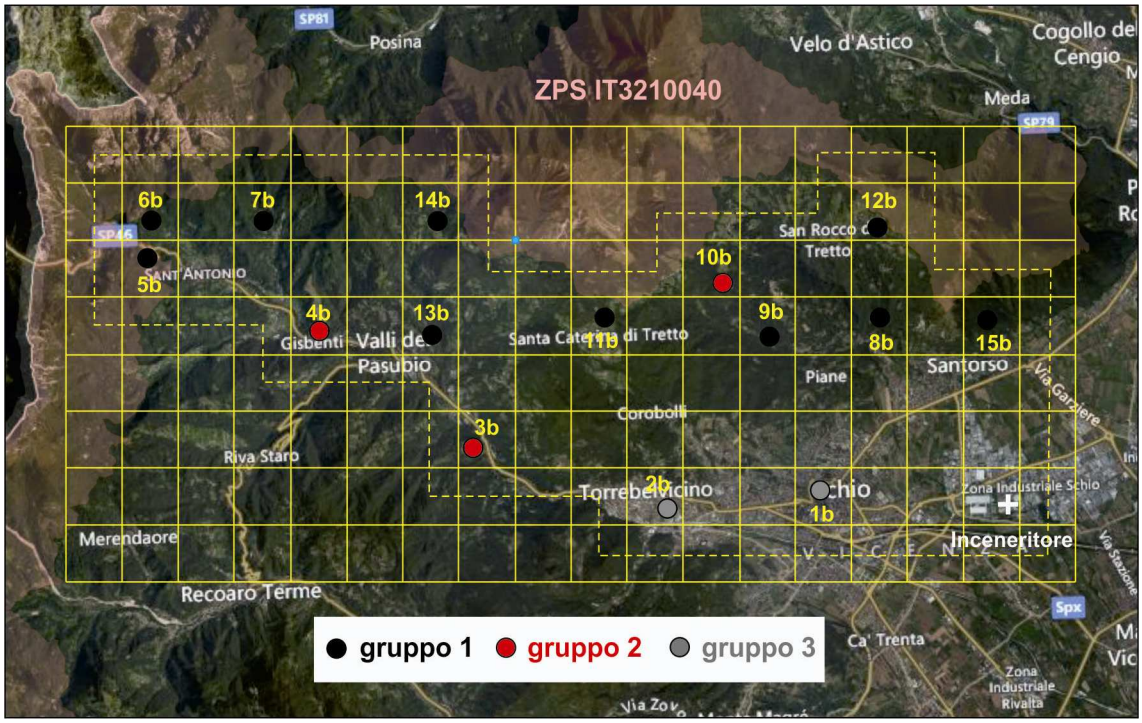


Fig. 4.36 – Distribuzione dei 3 gruppi di stazioni di bioaccumulo nel territorio di studio.

La distribuzione in classi percentili, ed i valori medi della concentrazione di ciascun elemento in ogni gruppo di stazioni, ha permesso di individuare le ragioni del raggruppamento e di caratterizzare l'andamento degli elementi nei rispettivi gruppi (Tab. 4.11).

Il primo gruppo comprende 10 stazioni, dislocate tutte nella zona montana, sui versanti delle valli e lontano dai principali centri abitati. In questo gruppo si rileva una concentrazione superiore, rispetto i gruppi 2 e 3, di alluminio e manganese, ossia dei metalli di prevalente origine terrigena. Gli altri metalli, invece, presentano valori di concentrazione più bassa rispetto gli altri gruppi con la sola eccezione del cadmio. Quest'ultimo metallo, però, ha una concentrazione molto omogenea su tutta l'area di studio con variazioni molto modeste.

Il secondo gruppo, invece, è costituito di 3 stazioni, due delle quali dislocate lungo l'asse della Valle Leogra ed una nella zona superiore dell'Altipiano di Tretto. In generale, queste stazioni si distinguono da quelle appartenenti agli altri gruppi per valori di concentrazione tendenzialmente inferiori, per quasi tutti i metalli. L'unica eccezione riguarda il Nichel che, però, come per il cadmio di cui si è già detto,presenta una distribuzione molto omogenea all'interno di tutta l'area monitorata, con variazioni sostanzialmente modeste.

Il terzo gruppo, infine, comprende solo 2 stazioni, entrambe ubicate nella bassa Valle Leogra, all'interno dei centri abitati di Schio e Torrebelvicino. Il valore medio di concentrazione di Arsenico,

Cromo, Rame, Mercurio, Vanadio e Zinco risulta superiore a entrambi i due gruppi precedenti. Solo manganese e nichel raggiungono una concentrazione media inferiore ai gruppi 1 e 2.

Gruppo 1	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	V	Zn
5b	818	0,27	0,76	2,31	7,27	0,15	29	1,38	1,30	46,68
6b	901	0,27	0,35	3,47	4,50	0,15	25,50	1,56	1,81	39,85
7b	335	0,15	0,15	2,02	5,73	0,15	33,11	1,38	0,49	35,23
8b	509	0,24	0,29	4,02	11,10	0,15	18,78	1,44	0,89	29,61
9b	898	0,25	0,35	3,90	10,13	0,15	34,91	1,99	1,39	38,73
11b	466	0,24	0,37	1,81	6,87	0,15	21,53	0,73	0,76	33,24
12b	449	0,20	0,15	3,20	7,09	0,15	22,09	0,78	0,71	28,38
13b	466	0,15	0,15	1,70	4,45	0,15	17,61	0,41	0,58	20,91
14b	980	0,43	0,26	3,74	8,45	0,15	34,86	1,90	2,74	75,24
15b	442	0,47	0,29	1,49	7,30	0,15	43,98	0,88	0,42	27,18
Concentrazione media	**626**	**0,27**	**0,31**	**2,77**	**7,29**	**0,15**	**28,14**	**1,25**	**1,11**	**37,50**

Gruppo 2	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	V	Zn
3b	557	0,15	0,20	4,67	7,88	0,15	20,58	2,28	0,76	45,43
4b	406	0,15	0,20	2,18	7,95	0,15	20,50	2,80	0,64	47,03
10b	247	0,27	0,15	2,53	3,66	0,15	12,87	2,53	0,67	40,00
Concentrazione media	**404**	**0,19**	**0,18**	**3,12**	**6,50**	**0,15**	**17,98**	**2,54**	**0,69**	**44,15**

Gruppo 3	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	V	Zn
1b	378	0,52	0,29	8,09	10,26	0,25	14,10	1,04	2,58	39,50
2b	522	0,15	0,15	4,84	11,78	0,34	15,40	0,87	0,91	93,05
Concentrazione media	**450**	**0,33**	**0,22**	**6,47**	**11,02**	**0,29**	**14,75**	**0,96**	**1,74**	**66,27**

Tab. 4.11 – Valori di concentrazione riferiti alle stazioni di ciascuno dei gruppi definiti dall'ordinamento (fig. 4.35). Nell'ultima riga è riportata la concentrazione media di ogni metallo. Risulta evidenziata con la retinatura grigia la concentrazione media massima per ogni metallo.

4.6. Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.)

Nella tabella 4.12 sono riportati i dati analitici di tredici Idrocarburi policiclici aromatici rilevati nei talli di *Punctelia subrudecta.*

La tabella 4.13, invece, riassume le statistiche relative agli stessi. Sono stati calcolati: valore medio, deviazione standard (scarto), coefficiente di variazione percentuale (100*dev.st/media),

valori minimo e massimo, intervallo minimo-massimo, rapporto fra minimo e massimo, mediana e background del set di dati.

STAZIONE	Antracene	Fluorantene	Pirene	Benzo(a) antracene	Crisene	Benzo(e) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo(a) pirene	Dibenzo(a,h) antracene	Benzo(g,h,i) perilene	Indeno(1,2,3 -cd)pirene	Dibenzo(a,e) pirene
	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg
1	<5	86,30	36,22	<5	23,82	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
2	<5	50,17	24,61	<5	27,35	<5	<5	<5	5,50	<5	<5	<5	<5
3	<5	82,01	32,63	<5	34,31	<5	<5	<5	8,00	<5	<5	<5	<5
4	<5	72,67	27,95	<5	15,55	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
5	<5	<5	8,09	<5	7,68	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
6	<5	<5	6,05	<5	<5	<5	<5	<5	5,74	<5	<5	<5	<5
7	<5	10,51	9,68	<5	9,71	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
8	<5	34,54	25,65	<5	17,83	<5	<5	<5	7,19	<5	<5	<5	<5
9	<5	9,63	10,14	<5	11,61	<5	<5	<5	5,14	<5	<5	<5	<5
10	<5	<5	8,30	<5	8,90	<5	<5	<5	5,37	<5	<5	<5	<5
11	<5	15,36	10,95	<5	8,08	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
12	<5	<5	8,23	<5	11,22	<5	<5	<5	5,38	<5	<5	<5	<5
13	<5	18,08	<5	<5	11,48	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
14	<5	16,32	8,86	<5	7,10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
15	<5	<5	7,64	<5	7,60	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

Tab. 4.12 – Concentrazione degli I.P.A. nei talli di Punctelia subrudecta*. I dati sono espressi in µg/Kg di peso secco, riferito all'essiccamento a 40°C. Sono evidenziati con retinatura i valori massimi per ogni elemento.*

	Antracene	Fluorantene	Pirene	Benzo(a) antracene	Crisene	Benzo(e) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo(a) pirene	Dibenzo(a,h) antracene	Benzo(g,h,i) perilene	Indeno(1,2,3-cd)pirene	Dibenzo(a,e) pirene
media	<5	27,87	15,30	<5	13,78	<5	<5	<5	5,22	<5	<5	<5	<5
dev.st	---	30,05	10,76	---	8,54	---	---	---	1,07	---	---	---	---
c.var%	---	107,83	70,36	---	61,98	---	---	---	20,57	---	---	---	---
min	<5	4,50	4,50	<5	4,50	<5	<5	<5	4,50	<5	<5	<5	<5
max	<5	86,30	36,22	<5	34,31	<5	<5	<5	8,00	<5	<5	<5	<5
range	---	81,80	31,72	---	29,81	---	---	---	3,50	---	---	---	---
max/min	---	19,18	8,05	---	7,62	---	---	---	1,78	---	---	---	---
mediana	---	15,36	9,68	---	11,22	---	---	---	4,50	---	---	---	---
bkg	<5	4,50	8,00	<5	7,66	<5	<5	<5	4,50	<5	<5	<5	<5

Tab. 4.13 – Statistiche relative agli I.P.A. nei talli di Punctelia subrudecta*. Il valore di background per ciascun I.P.A. è stato espresso come 20° percentile dei valori di bioaccumulo ottenuti.*

4.7. Scale interpretative del bioaccumulo degli I.P.A.

Per quanto riguarda il bioaccumulo di I.P.A. nei talli lichenici non esistono delle scale nazionali a cui fare riferimento. Si è optato, pertanto, per elaborare delle scale sulla base dei valori di concentrazione rilevati. Le scale adottano come unità di riferimento i percentili di distribuzione relativi a ciascun composto. Per questo, le scale adottate sono valide solo per l'area monitorata e servono sostanzialmente per evidenziare i pattern di distribuzione degli elementi nella zona in esame.

Le scale sotto riportate riguardano solo i quattro composti che hanno rilevato una certa variabilità nell'ambito del territorio in esame.

Percentile	Classe	Fluorantene	Pirene	Crisene	Benzo(a) pirene
20°	1	<5,00	<8,00	<7,66	<5,00
50°	2	15,36	9,68	11,22	5,00
75°	3	42,35	25,13	16,69	5,44
90°	4	78,28	30,76	25,94	6,61
95°	5	83,30	33,71	29,43	7,43
98°	6	85,10	35,22	32,36	7,77
>98°	7	>85,10	>35,22	>32,36	>7,77

Tab. 4.14 – Scale interpretative, organizzate in sette classi, basate sui percentili di distribuzione dei valori di quattro dei tredici I.P.A. analizzati.

Gli istogrammi di Fig. 4.13 rappresentano per ogni I.P.A. il numero di stazioni che rientrano nelle diverse classi che costituiscono le scale interpretative di concentrazione in *Punctelia subrudecta.*

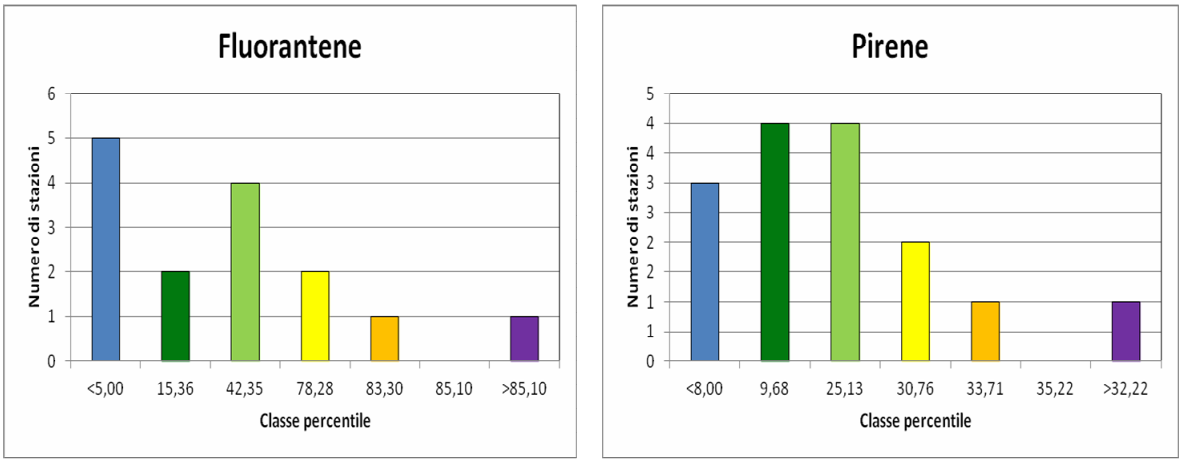


Fig. 4.37a – Numero di stazioni che rientrano nelle diverse classi percentili da riferire a ciascuno dei quattro I.P.A. presi in considerazione.

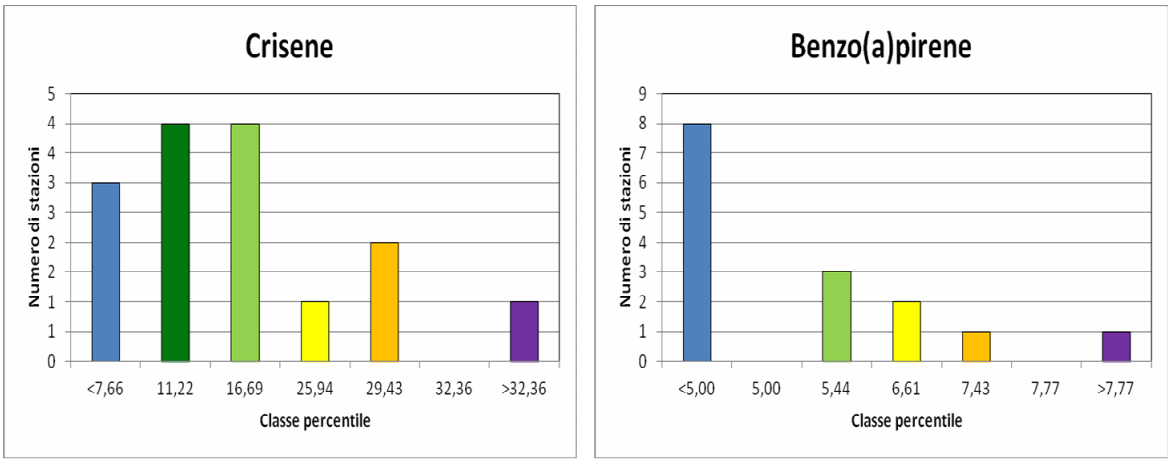


Fig. 4.37b – Numero di stazioni che rientrano nelle diverse classi percentili da riferire a ciascuno dei quattro I.P.A. presi in considerazione.

4.8. Modelli geostatistici relativi al bioaccumulo degli I.P.A.

In questa sezione sono riportati i modelli geostatistici, riguardanti la concentrazione nei talli lichenici di *Punctelia subrudecta*, di fluorantene, pirene, crisene e benzo(a)pirene. Le mappe sono state realizzate facendo riferimento alla concentrazione categorizzata secondo le 7 classi percentili riportate in Tab. 4.14.

Ciascuna mappa consente di individuare gli hot-spots nella distribuzione attuale dei quattro I.P.A. e lo scostamento dei valori di concentrazione rispetto al background, stabilito nel valore corrispondente al 20° percentile della distribuzione delle concentrazioni rilevate per ciascun composto.

4.8.1. Fluorantene

La concentrazione media di fluorantene nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 27,87 µg/Kg (± 30,05 µg); il valore mediano, di 15,36 µg, si colloca nella terza classe percentile (colore verde chiaro). La concentrazione del composto nei talli lichenici risulta caratterizzata da una ampia variabilità, come risulta evidenziato dal coefficiente di variazione percentuale che raggiunge il valore di 107,33.

Il valore massimo, di 86,30 µg, è stato rilevato nella stazione 1b; il valore minimo, invece, (<0,5 µg/Kg) risulta associato alle stazioni 5b, 6b, 10b, 12b e 15b.

Nell'elaborazione cartografica di figura 4.39 appare una distribuzione del composto sostanzialmente omogenea al punto che oltre il 50% della superficie rappresentata rientra nella stessa classe percentile. I valori minimi e massimi compaiono come isole localizzate in settori opposti del territorio.

I valori più elevati di bioaccumulo si concentrano nella bassa e media Valle Leogra (il massimo di 86,30 µg corrisponde alla stazione 1b in centro alla città di Schio), mentre i valori minimi spettano

al settore montano dell'alta Val Legra e all'Altopiano di Tretto (stazioni 5b, 6b, 10b, 13b e 15b) con una concentrazione inferiore a 5 µg.

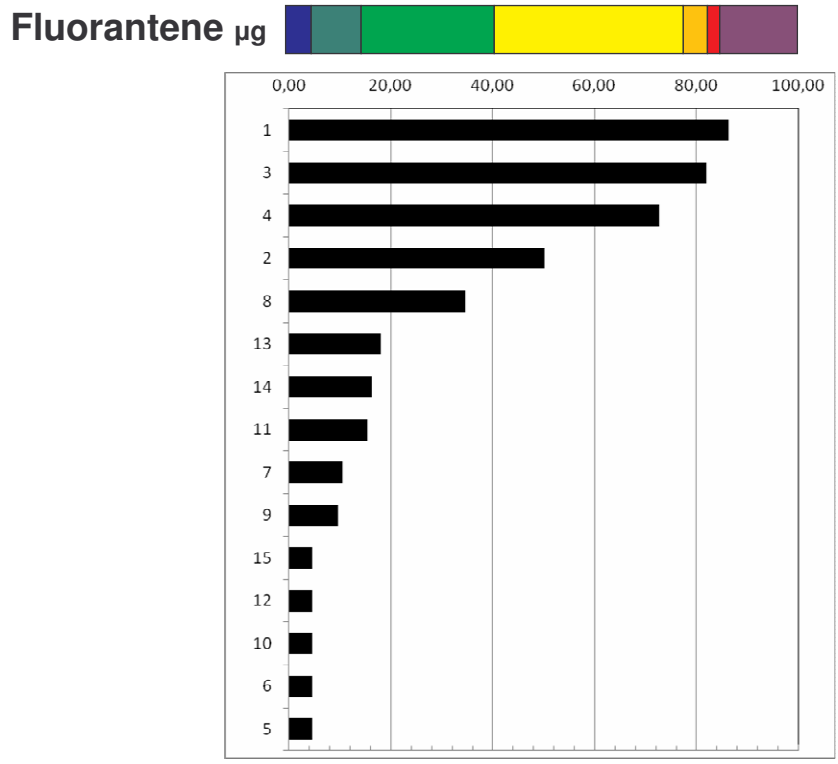


Fig. 4.38 - Bioaccumulo di fluorantene nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del composto nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

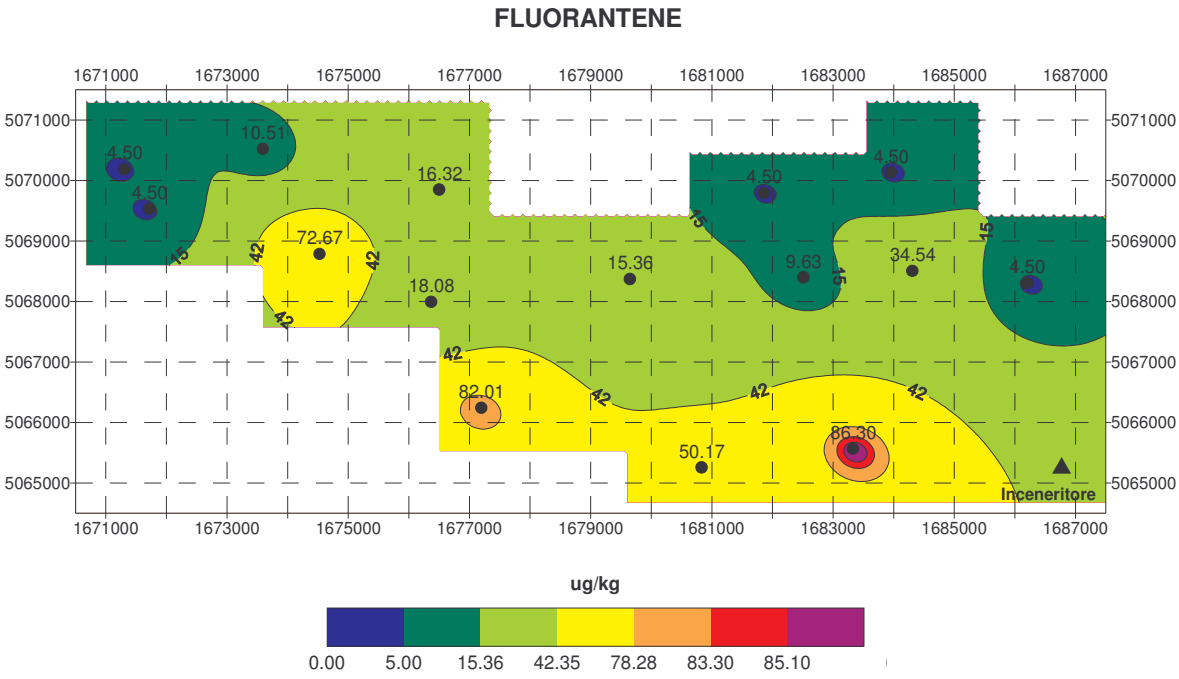


Fig. 4.39 - Mappa delle concentrazioni di fluorantene ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.14.

4.8.2. Pirene

La concentrazione media di pirene nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 15,30 µg/Kg (± 10,76 µg); il valore mediano, di 9,68 µg, si colloca nella terza classe percentile (colore verde chiaro). La concentrazione del composto nei talli lichenici risulta caratterizzata da una variabilità molto modesta, che appare molto chiara nell'elaborazione cartografica di figura 4.41.

Il valore massimo, di 36,22 µg, è stato rilevato nella stazione 1b; il valore minimo, invece, (<0,5 µg/Kg) risulta associato alla stazione 13b.

Nella carta di figura 4.41 i valori massimi e minimi compaiono come piccole isole disperse. Il valore massimo di bioaccumulo, pari a 36,22 µg corrisponde alla stazione 1b in centro alla città di Schio, come già era successo per il fluorantrene; il valore minimo di concentrazione (<0,5 µg/Kg), invece, è stato rilevato nella stazione 13b, presso contrada Tomasi, in Comune di Valli del Pasubio.

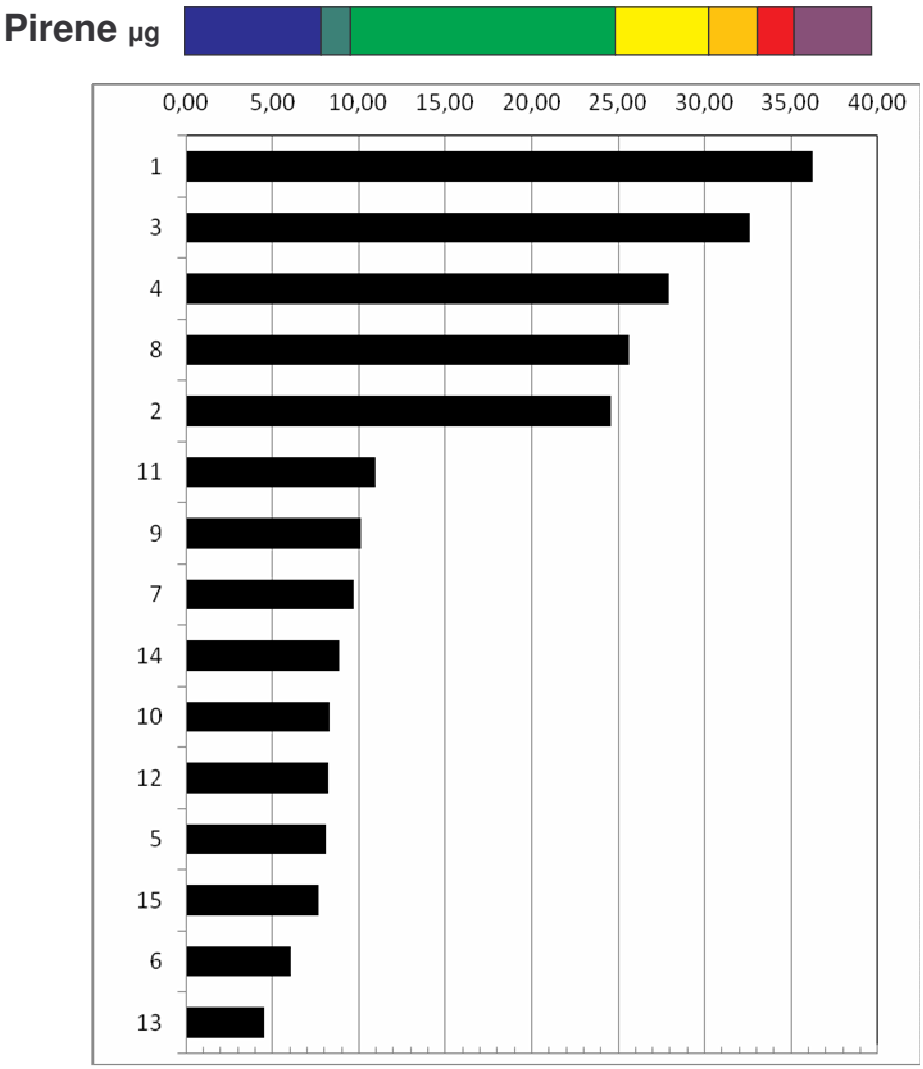


Fig. 4.40 - Bioaccumulo di pirene nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del composto nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

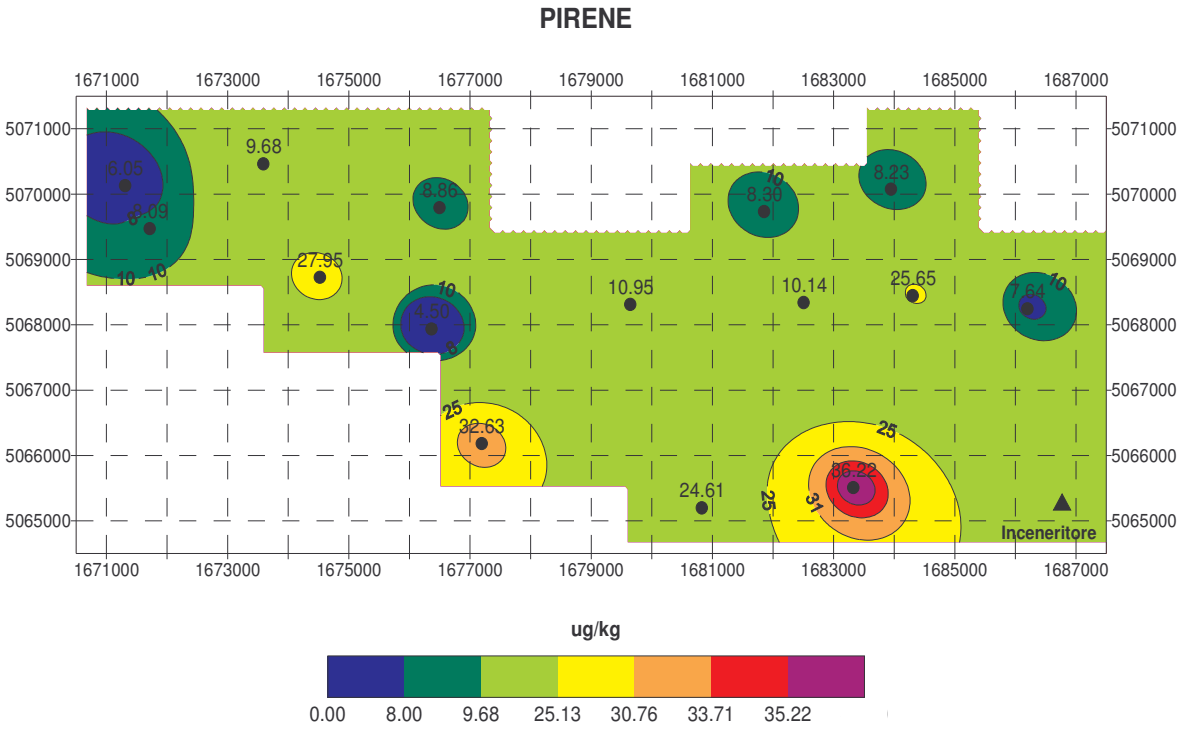


Fig. 4.41 - Mappa delle concentrazioni di pirene ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.14.

4.8.3. Crisene

La concentrazione media di crisene nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 13,78 µg/Kg (± 8,54 µg); il valore mediano, di 11,22 µg, rappresenta il valore di passaggio tra la seconda e la terza classe percentile (colori verde scuro e verde chiaro). La concentrazione del composto nei talli lichenici risulta caratterizzata da una ampia variabilità, come risulta dalla rappresentazione cartografica di figura 4.43.

Il valore massimo, di 34,31 µg, è stato rilevato nella stazione 3b, in località Cavion di Torrebelvicino; il valore minimo, invece, (<0,5 µg/Kg) risulta associato alla stazione 6b, situata in località Ponteverde, in Comune di Valli del Pasubio.

Nella carta di figura 4.41 emerge una maggiore concentrazione di crisene nella bassa e media Valle Leogra, che tende a ridursi progressivamente via via che si sale verso l'Alta Valle o in direzione dell'Altipiano di Tretto.

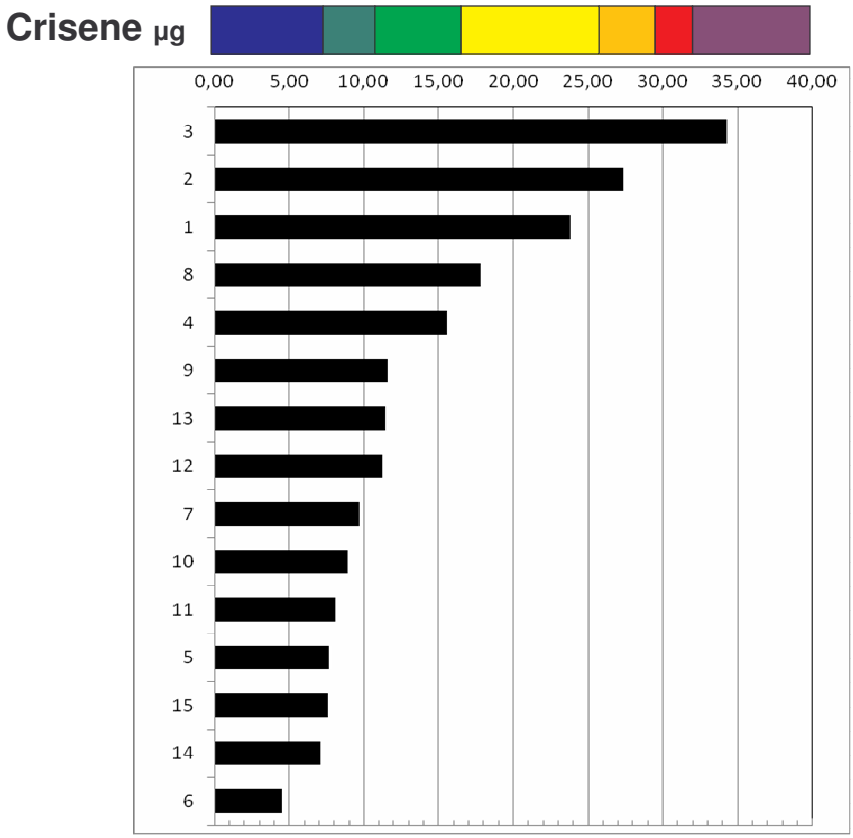


Fig. 4.42 - Bioaccumulo di crisene nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del composto nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

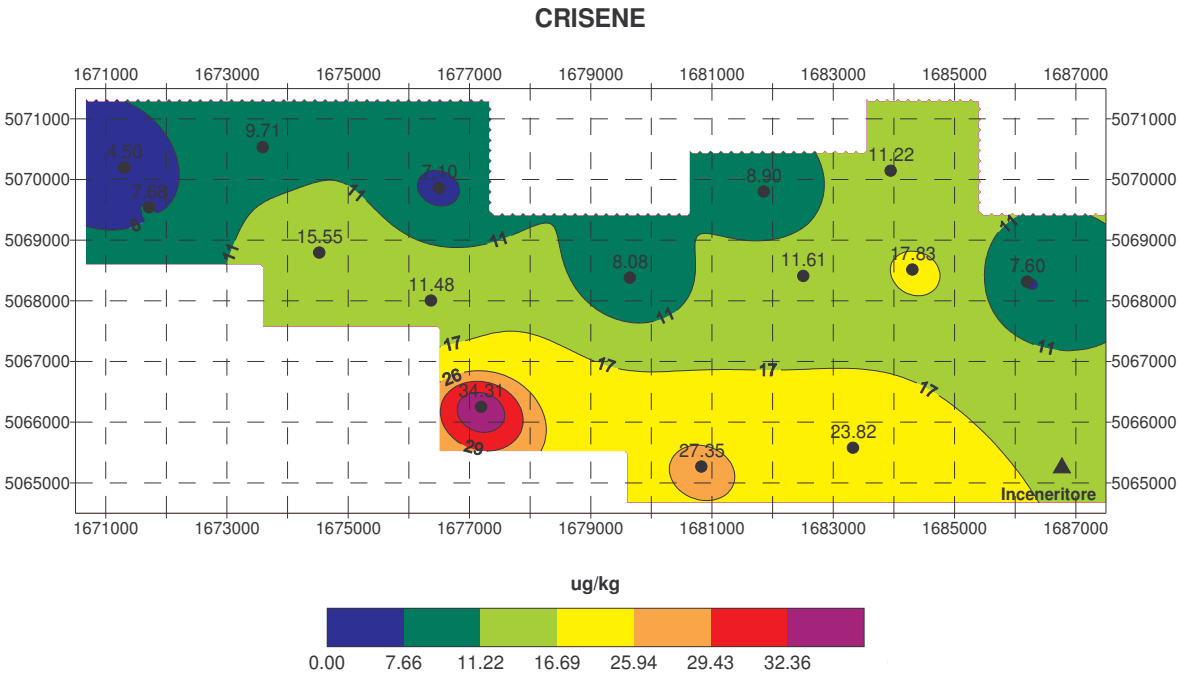


Fig. 4.43 - Mappa delle concentrazioni di crisene ottenuta utilizzando le 7 classi percentili riportate in tabella 4.14.

4.8.4. Benzo(a)pirene

La concentrazione media di benzo(a)pirene nei talli di *Punctelia subrudecta* è pari a 5,22 µg/Kg (± 1,07 µg); il valore mediano, di <5,0 µg, rappresenta anche i valore minimo rilevato. In 8 stazioni, infatti, la concentrazione del composto è risultata inferiore al limite di rilevazione dello strumento analitico utilizzato.

La concentrazione del composto nei talli lichenici risulta caratterizzata da una modesta variabilità. Il coefficiente di variazione percentuale, pari a 20,57, e la rappresentazione cartografica di figura 4,45 evidenziano come la concentrazione di benzo(a)pirene sia caratterizzata da ridotte variazioni.

Il valore massimo, di 8,00 µg, si ripete, come già successo per il crisene, nella stazione 3b, in località Cavion di Torrebelvicino. Il valore minimo, invece, (<0,5 µg/Kg) accumuna ben otto stazioni, sparse in tutti gli ambiti territoriali della zona monitorata, ossia dal piano fino alla montagna.

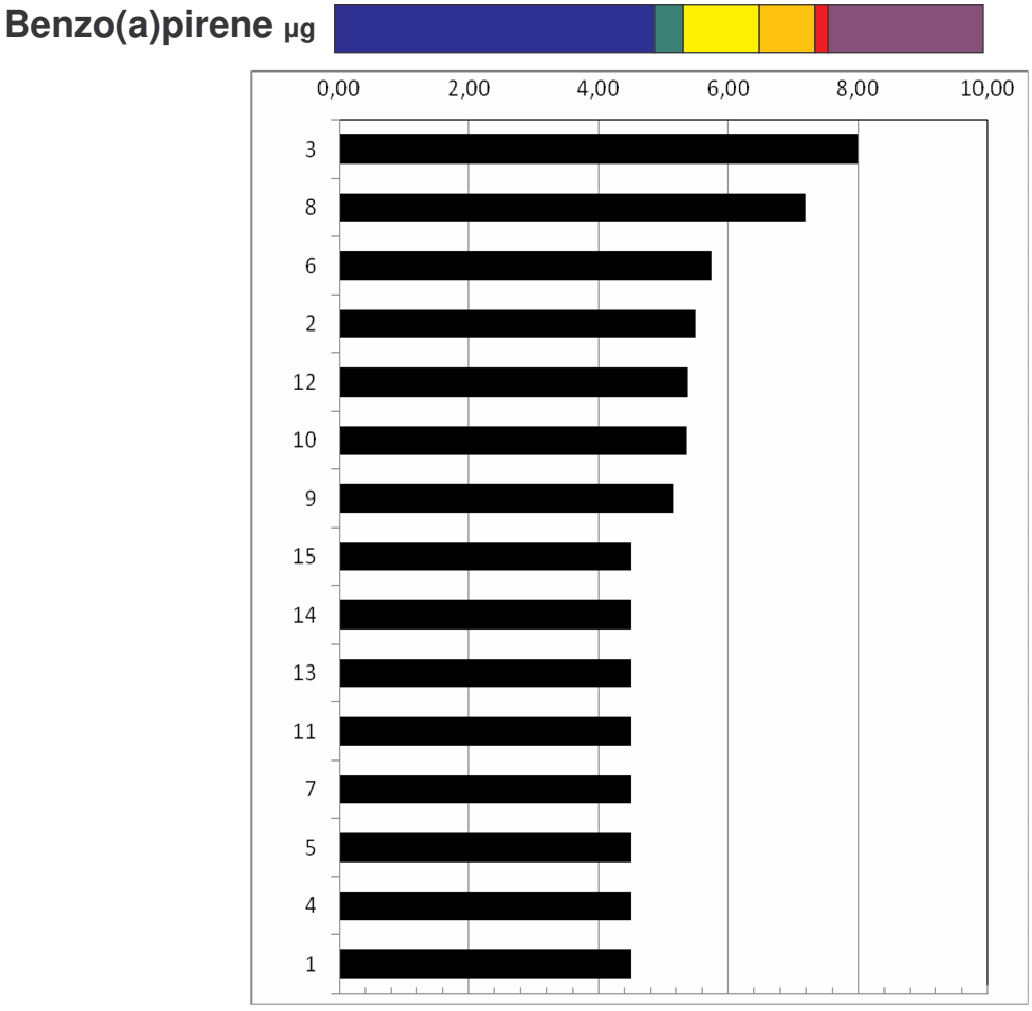


Fig. 4.44 - Bioaccumulo di benzo(a)pirene nelle 15 stazioni dell'area di studio. L'istogramma mostra le concentrazioni del composto nelle stazioni ordinate in sequenza decrescente. Le bande colorate in alto rappresentano le classi percentili.

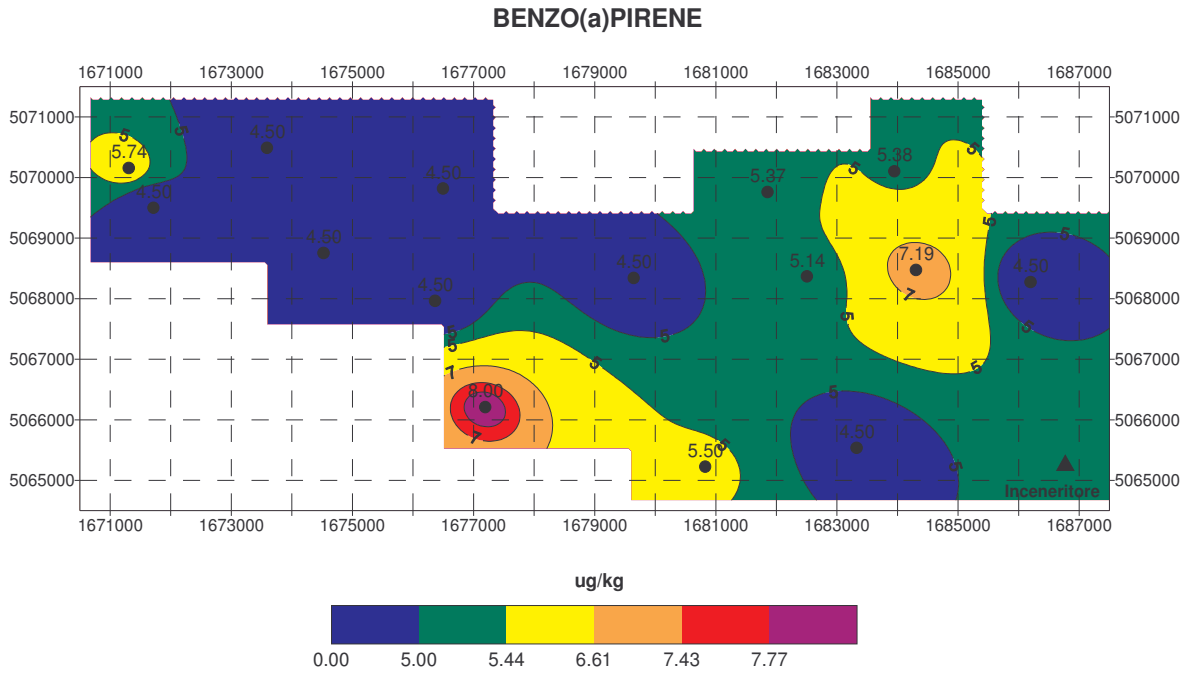


Fig. 4.45 - Mappa delle concentrazioni di benzo(a)pirene ottenuta utilizzando le classi percentili riportate in tabella 4.14.

4.9. Elaborazione statistica dei dati di bioaccumulo degli I.P.A.

Nella tabella 4.15 è riportata la matrice simmetrica con i coefficienti di correlazione ed il risultato del test di significatività (test t) per ciascuna coppia di I.P.A. (15 stazioni, 13 gradi di libertà).

	FLUORANTENE	PIRENE	CRISENE	BENZO(a)PIRENE
FLUORANTENE	1,00 t= ----	0,97 t= 14,45	0,98 t= 17,74	0,93 t = 9,08
PIRENE	0,97 t= 14,45	1,00 t= ----	0,96 t= 12,40	0,91 t = 7,91
CRISENE	0,98 t= 17,74	0,96 t= 12,40	1,00 t= ----	0,96 t= 12,40
BENZO(a)PIRENE	0,93 08	0,91 t = 7,91	0,96 t= 12,40	1,00 t= ----

Tab. 4.15 – Coefficienti di correlazione e risultato del test di significatività (test t – seconda riga) per le copie di I.P.A. (15 stazioni) rilevate nei talli lichenici di Punctelia subrudecta.

Dal quadro generale risulta che tutti gli I.P.A. sono fortemente correlati tra loro (p=0,001) con coefficiente di correlazione r compreso tra 0,91 e 0,98.

In figura 4.46 sono riportati gli scatterplot delle correlazioni con la relativa retta di regressione e coefficiente di determinazione R^2.

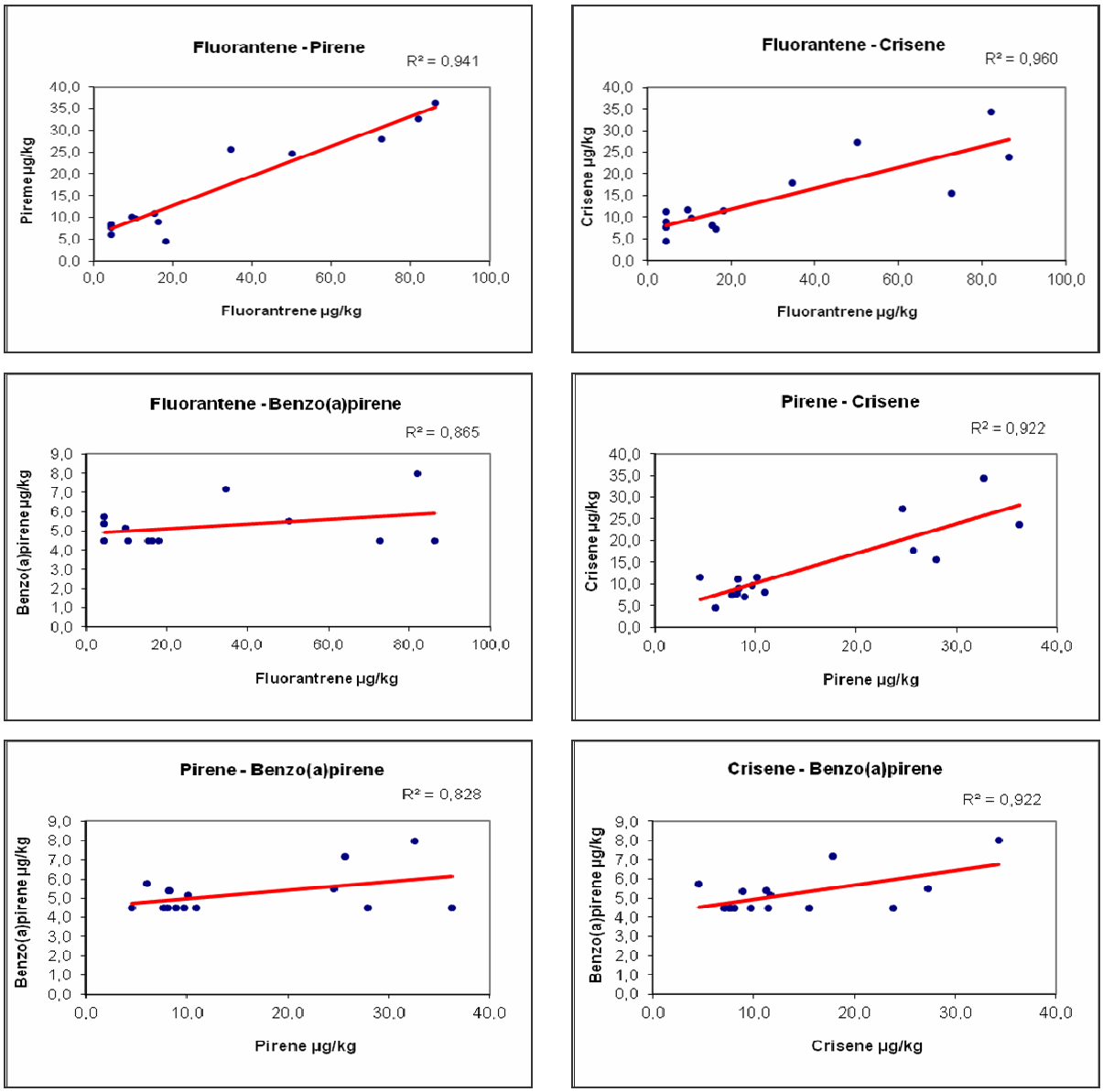


Fig. 4.46 – Retta di regressione e coefficiente di determinazione R^2 per le correlazioni tra I.P.A..

Per tutte le copie di I.P.A. messi a confronto, il valore di R^2 elevato indica che la percentuale di variabilità spiegata dalla correlazione risulta molto alta.

Anche l'esame visivo della distribuzione dei punti e della retta di regressione (fig. 4.46) evidenzia la "robustezza" della correlazione.

I dati del bioaccumulo, normalizzati rispetto i valori minimo e massimo (min = 0, max = 100), sono stati sottoposti ad analisi multivariata (Cluster analysis) per individuare eventuali differenze tra le stazioni a seconda della concentrazione dei diversi I.P.A. (fig. 4.47).

Nella elaborazione è stata utilizzata come funzione di somiglianza la *Distanza Euclidea* e la *Minima Varianza* come algoritmo di clustering.

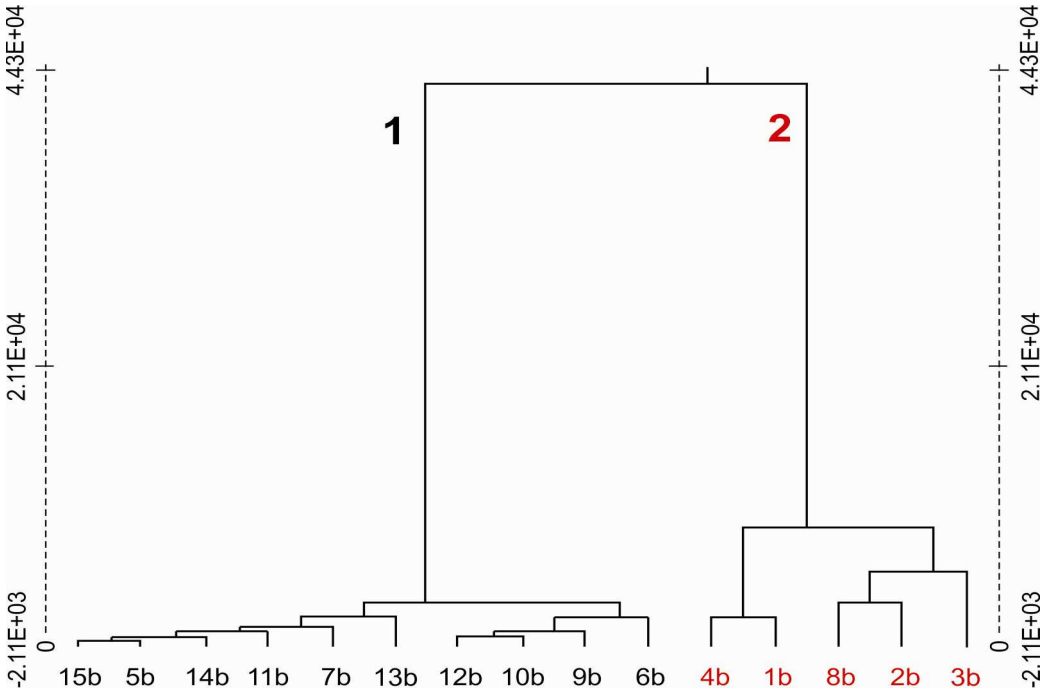


Fig. 4.47 – Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento delle stazioni per quanto concerne il bioaccumulo di I.P.A.

Nel dendrogramma di fig. 4.47 è possibile individuare due gruppi di stazioni, la cui dislocazione sul territorio è rappresentata in figura 4.48.

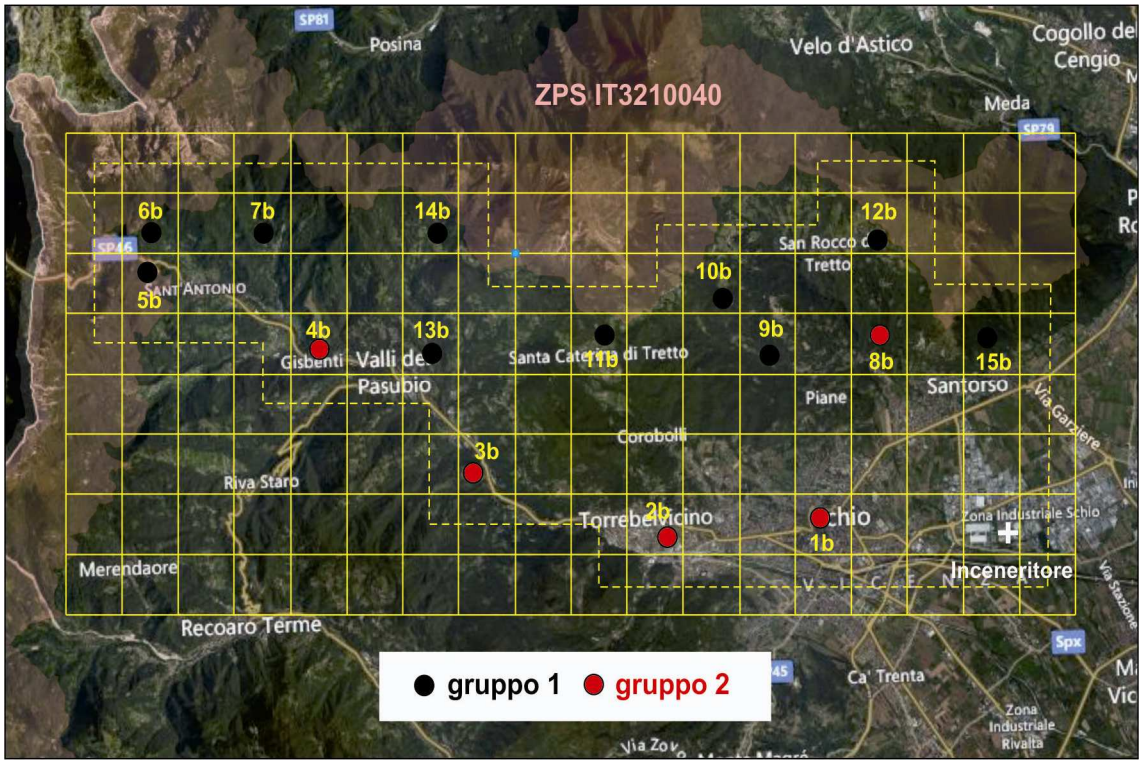


Fig. 4.47 – Distribuzione dei 2 gruppi di stazioni di bioaccumulo degli I.P.A. nel territorio monitorato.

I due gruppi presentano una distribuzione territoriale ben distinta. Il primo gruppo è costituito di 10 stazioni, ubiucate tutte nella zona montana, lontano dai principali centri abitati e dalla strade di maggiore percorrenza. In questo gruppo si rilevano le minori concentrazioni di I.P.A.
Il secondo gruppo, invece, è costituito dalle rimanenti 5 stazioni, ubicate all'interno dei centri abitati di Schio e di Torrebelvicino e lungo l'asse della bassa e media Valle Leogra. In queste stazioni sono state rilevate le maggiori concentrazioni di I.P.A.

Gruppo 1	FLUORANTENE µg/Kg	PIRENE µg/Kg	CRISENE µg/Kg	BENZO(a)PIRENE µg/Kg
5b	<5,00	8,09	7,68	<5,00
6b	<5,00	6,05	<5,00	5,74
7b	10,51	9,68	9,71	<5,00
9b	9,63	10,14	11,61	5,14
10b	<5,00	8,30	8,90	5,37
11b	15,36	10,95	8,08	<5,00
12b	<5,00	8,23	11,22	5,38
13b	18,08	<5,00	11,48	<5,00
14b	16,32	8,86	7,10	<5,00
15b	<5,00	7,64	7,60	<5,00
Concentrazione media	**9,24**	**8,24**	**8,79**	**4,86**

Gruppo 2	FLUORANTENE µg/Kg	PIRENE µg/Kg	CRISENE µg/Kg	BENZO(a)PIRENE µg/Kg
1b	86,30	36,22	23,82	4,50
2b	50,17	24,61	27,35	5,50
3b	82,01	32,63	34,31	8,00
4b	72,67	27,95	15,55	4,50
8b	34,54	25,65	17,83	7,19
Concentrazione media	**65,14**	**29,41**	**23,77**	**5,94**

Tab. 4.16 – Valori di concentrazione relativi alle stazioni facenti parte di ciascuno dei due gruppi definiti dall'ordinamento (fig. 4.47). Nell'ultima riga è riportata la concentrazione media di ogni I.P.A. Risulta evidenziata con la retinatura grigia la concentrazione media massima per ogni composto.

5. Conclusioni

5.1. Bioindicazione

Dai risultati dello studio di bioindicazione si possono trarre le seguenti conclusioni:

- la flora lichenica epifita è caratterizzata da un elevato numero di specie dalle diverse caratteristiche ecologiche. Ciò nonostante, la vegetazione lichenica presenta connotati molto uniformi in quanto fortemente caratterizzata da poche specie largamente prevalenti, comparse in tutti o quasi tutti i rilievi, con frequenza molto elevata. Molti taxa che compongono l'elenco floristico, invece, sono stati segnalati solo in una o due stazioni, quasi sempre con frequenza molto bassa. Dal confronto del numero di specie nei diversi rilievi è risultato molto chiaro l'aumento della varietà floristica che si ha nell'alta Valle Leogra e sull'Altipiano di Tretto rispetto le basse valli dove maggiore è l'antropizzazione. Nelle stazioni alle quote più elevate, infatti, alle specie più generiche che sono comparse ovunque, si mescolano, in modo talora significativo, alcuni taxa del *Parmelion,* del *Parmelietum acetabule* e del *Graphidion* (*Pertusarietum haemisphaericae*), caratteristici per essere molto esigenti in quanto a qualità dell'ambiente.
- Lo studio degli indici ecologici avvalora le considerazioni emerse riguardo la varietà floristica nelle singole stazioni. Nella zona della bassa Valle Leogra, infatti, la vegetazione lichenica esprime caratteristiche ambientali (indici ecologici) di maggiore eutrofizzazione e di pH del substrato tendenzialmente subneutro, in leggero contrasto con le caratteristiche della scorza dei tigli. Alle quote più elevate, invece, gli indici ecologici delineano condizioni di maggiore naturalità come risulta evidenziato dalla minore eutrofizzazione e dalla leggera subacidità delle scorze.
- I valori di Biodiversità Lichenica presentano un *range* di variazione molto ampio. Nonostante ciò i valori tendono ad essere quasi ovunque elevati a conferma di una situazione abbastanza generalizzata di naturalità da media a molto alta delle comunità licheniche. L'87,7% delle

stazioni rientra nelle fasce di naturalità mentre solo il 12,3% in quella di bassa alterazione. Quest'ultima corrisponde al territorio urbanizzato di Schio e della bassa Valle Leogra.

5.2. Bioaccumulo

I dati analitici ed i risultati delle elaborazioni statistiche consentono di trarre le seguenti conclusioni:

- La dispersione di metalli in traccia all'interno del territorio monitorato, risulta omogenea per la maggior parte degli elementi considerati, con valori di concentrazione compresi nelle classi di naturalità da media a molto alta (scala nazionale di naturalità/alterazione). Solo per il cromo ed il mercurio si rilevano delle condizioni di bassa alterazione limitatamente alla zona posta allo sbocco della Valle Leogra dove il livello di urbanizzazione e industrializzazione è massimo.
- L'ordinamento delle stazioni ribadisce quanto risulta dalla cartografia attinente la dispersione dei singoli metalli. La zona della bassa Valle Leogra è quella dove la concentrazione di metalli nei talli lichenici risulta maggiore, fatta eccezione per quelli di prevalente origine terrigena (alluminio, manganese) che raggiungono la concentrazione più elevate nelle stazioni poste alle quote superiori, dove è presumibile un maggiore sollevamento di polveri dal suolo causato dal vento.
- Per quanto riguarda la concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) nei talli lichenici presenta una maggiore consistenza nella zona della bassa e media Valle Leogra e nella bassa Valle dell'Orco, in direzione dell'Altipiano di Tretto. Risalendo le valli la concentrazione di I.P.A. si riduce a valori molto bassi.
- L'ordinamento delle stazioni ribadisce quanto emerge nella cartografia riguardante la dispersione degli I.P.A.. Le stazioni in cui risulta maggiore la concentrazione di questi composti risultano tutte comprese o circostanti la zona a maggiore pressione antropica.

5.3. Incidenza delle emissioni sulla Z.P.S. IT3210040

Dai risultati sopraesposti si deduce che le emissioni provenienti dall'area di maggiore antropizzazione ubicata nell'alta pianura vicentina, alla base della Valle Leogra, si disperdono rapidamente via via che risalgono le valli verso le quote progressivamente più elevate. Le differenze riscontrate tra le stazioni poste più in basso e quelle alle quote superiori, sia per quanto riguarda l'azione di gas fitotossici sulla biodiversità lichenica (bioindicazione) che l'accumulo di elementi e composti in traccia (bioaccumulo) nei talli lichenici, risultano chiaramente evidenti. Di modo ché, è plausibile affermare che le emissioni prodotte dalle diverse attività antropiche, concentrate alla base delle valli, non giungono ad esercitare una azione negativa nei riguardi delle componenti biologiche che caratterizzano la Zona di Protezione Speciale IT3210040.

Il responsabile della ricerca

Dott. ssa Maria Cristina Mosconi

BIBLIOGRAFIA

ANPA (2001). *I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica*. Manuale ANPA. Manuali e Lineee Guida, 2/2001.

BARGAGLI R. (1998). *Trace elements in terrestrial plants: an ecophysiological approach to biomonitoring ad biorecovery.* Springer.

BARGAGLI R., 1990. *Assessment of metal air pollution by epiphytic lichens: the incidence of crustal materials and of the possible uptake from substrate bark.* Studia Geobotanica 10: 97-103.

BARKMAN J.J. (1958). *Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes*. Van Gorcum, Assen, 2 vv.

BRUNIALTI G., GIORDANI P., 2003. *Variability of lichen diversity in a climatically heterogeneous area (Liguria, NW Italy).* Lichenologist 35(1): 55–69.

BRUNIALTI G., GIORDANI P., FERRETTI M., GRECO L., NADDEO S., 2002. *Lichen diversity assessment: traditional versus statistical approach. Sixth International Meeting: Quantitative Methods for Applied Science*. Siena, 19-20 September 2002.

CASTELLO M., SKERT N. (2005). *Evaluation of lichen diversity as an indicator of environmental quality in the North Adriatic submediterranean region*. Science of the Total Environment 336: 201– 214

DELL'OMODARME M., 2006. *Esercitazioni di Statistica Biomedica. Alcune Note su R*. http://www.r-project.org.

GIORDANI P., 2006. *Variables influencing the distribution of epiphytic lichens in heterogeneous areas: a case-study for Liguria (NW-Italy)*. Journal of Vegetation Science 17(2):195-207.

GIORDANI P., BRUNIALTI G., ALLETEO D. (2002). *Effects of atmosperic pollution on lichen biodiversity (LB) in a Mediterranean region (Liguria, northwest Italy).* Environmental Pollution, 118 (2002), 53-64.

GIULIANO M. et al. (2006). *Studio di Impatto Ambientale dell'impianto di incenerimento con recupero energetico di Alto Vicentino Ambiente Srl, sito in Schio (VI).* Politecnico di Milano, dip. di ingegneria idraulica, ambientale, infrastrutture varie, rilevamento.

LANDOLT E. (1977). *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora.* Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 64: 1-208.

LAZZARIN G. (2000). *Biomonitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Schio (VI) con l'utilizzo di licheni come bioindicatori e bioaccumulatori*. Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, vol. 24.

LAZZARIN G., GASPARO D. (1991). *Il biomonitoraggio dell'inquinamento dell'aria nella Regione Veneto tramite licheni: risultati e problemi*. Notiziario della Società Lichenologica Italiana, vol. 4, Torino.

LOPPI S. (1999). *Licheni come bioaccumulatori di elementi in traccia: stato dell'arte in Italia*. In: Piccini C., Salvati S. (eds.), Atti del Workshop Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria sul territorio Nazionale. Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Ser. Atti 2/1999: 123-143.

NIMIS P.L. (1990). *Air Quality Indicators and Indices: the Use of Plants as Bioindicators for Monitoring Air Pollution.* Ispra, J.R.C.: 93-126.

NIMIS P.L. (1999). *Linee guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti.* Atti del Workshop: Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale, Serie Atti 2: 267-278.

NIMIS P.L. (1999). *Il biomonitoraggio della "qualità dell'ara" in Italia: problemi e prospettive.* Atti del Workshop: "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale". Roma, 26-27 novembre 1998. ANPA – Serie Atti.

NIMIS P.L. & DALLAI D. (1985)- *Lichens of hypogaeic cavities in the Apennines of Reggio Emilia (N Italy).* Atti Int. Symp. on Karst Phenomena in Evaporites, pp. 373-382. Bologna.

NIMIS P.L., LAZZARIN G., et al. (1989): *I Licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nell'area di Schio - Thiene - Breganze (VI).* Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale, vol. XVI, Verona.

NIMIS P.L., LAZZARIN G., et al. (1991): *Lichens as bioindicators of air pollution by SO_2 in the Veneto Region (NE Italy).* Studia Geobotanica, vol 11, Trieste.

NIMIS P.L., LAZZARIN A & G., GASPARO D. (1996). *Biomonitoring of SO_2 and metal pollution with lichenes in the province of Treviso (NE Italy).* Seminario di studi: Dalla Tossicologia alla Ecotossicologia, U.S.L. n. 11 "Pordenonese, Pordenone.

NIMIS P.L., BARGAGLI R. (1999). *Linee guida per l'utilizzo dei licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia.* Atti Workshop, Roma 26-27 novembre 1998. A.N.P.A.

NIMIS P.L., LAZZARIN G., et al., 2000. *Biomonitoring of trace elements with lichens in Veneto (NE Italy).* The Science of the Total Environment, 255.

NIMIS P.L., MARTELLOS S. (2008). *ITALIC. The Information System on Italian Lichens.* Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4. 0/1 (http://dbiosbs.univ.trieste.it).

ORLOCI L. (1978). *Muiltivariate analysis in Vegetation Science.* 2nd ed. Junk; The Hague, 451 pp.

SKERT N., MIANI N., MARIUZ M., GRAHONJA R. (2006). *Biomonitoraggio dell'inquinamento da gas fitotossici nella Provincia di Trieste tramite licheni come bioindicatori.* Biologi Italiani, anno XXXVI n. 5, maggio 2006, 65-74.

VERDE S. (2006). *Valutazione di incidenza sul S.I.C. IT3210040 – Monti Lessini, Pasubio, Piccole Dolomiti – in relazione alla costruzione dell'impianto di termovalorizzazione del Comune di Schio. Fase di screening.* Politecnico di Milano, Sezione Ambientale.

WILDI O., ORLOCI L. (1984). *Management and multivariate analysis of vegetation data.* Swiss Federal Institute of Foresty Research, Report 215. Birmensdorf.

WIRTH V. (1980). *Flechtenflora.* UTB - Ulmer, 552 pp.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

ARPAV DIPARTIMENTO REGIONALE LABORATORIO
SERVIZIO PROVINCIALE LABORATORI DI VERONA
- **U. O. BIOLOGIA DI BASE**
- **U. O. CHIMICA DI BASE**

PROGETTO DI BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DELL'INCENERITORE DI SCHIO SULL'AREA Z.P.S. IT3210040

ALLEGATO A:

SCHEDE STAZIONI DI BIOINDICAZIONE

RESPONSABILE DEL PROGETTO: **Maria Cristina Mosconi**

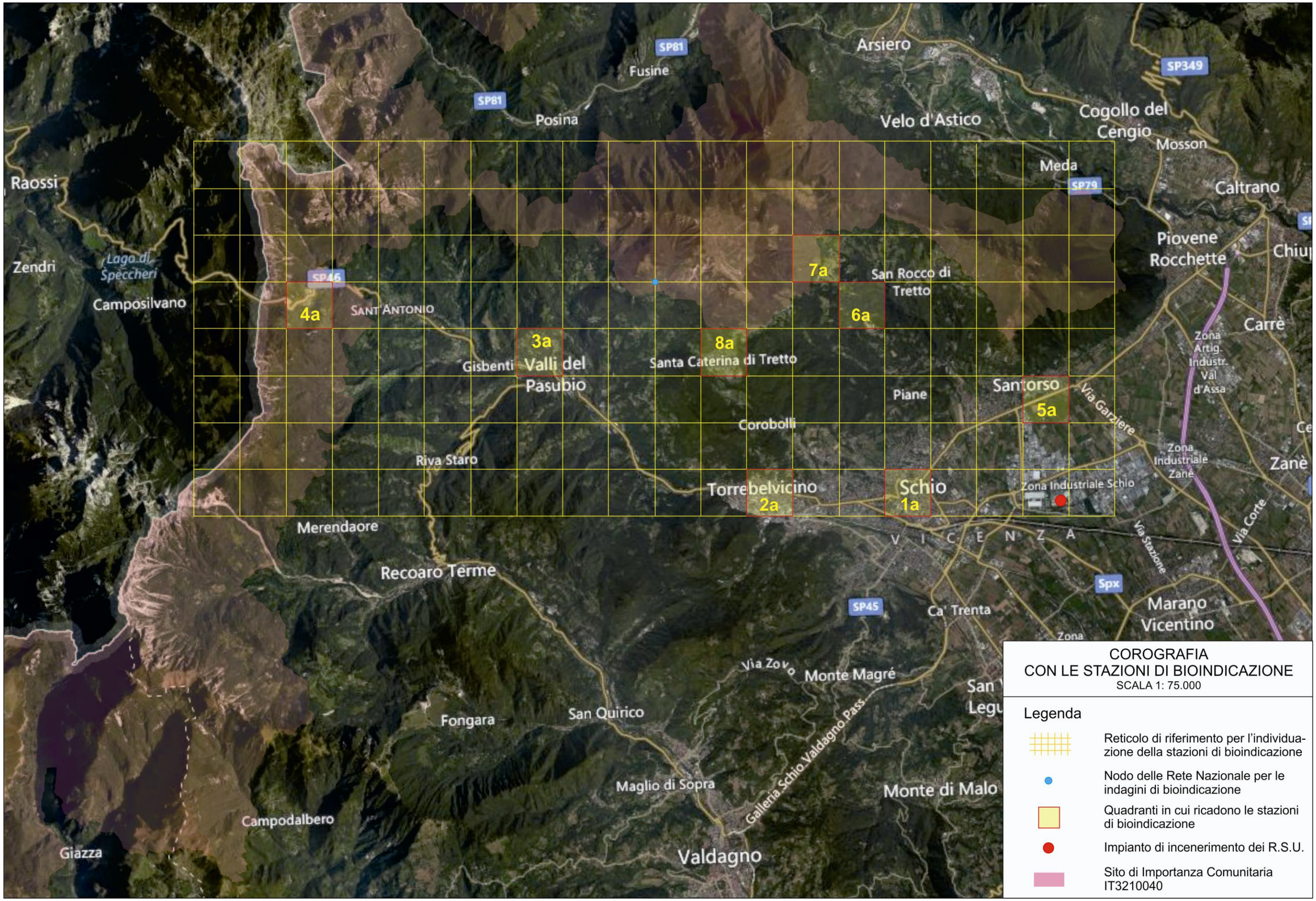
COLLABORATORI: **Francesca Da Pra'**
Igor Tommasi
Giuseppina Mattiolo

COLLABORATORE ESTERNO: **Giuliano Lazzarin**

Sistema di gestione certificato
UNI EN ISO 9001:2008

Dipartimento Regionale Laboratori
Direzione: Via Matteotti, 27
35137 Padova Italy
Tel. +39 049 8239302
Sede Operativa: Via Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. +39 045 8016905
Fax +39 045 8016698

Servizio Laboratorio Provinciale di Verona
Via A. Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. +39 045 8016601/03
Fax +39 045 8016600
e-mail: dlvr@arpa.veneto.it



COROGRAFIA
CON LE STAZIONI DI BIOINDICAZIONE
SCALA 1: 75.000

Legenda

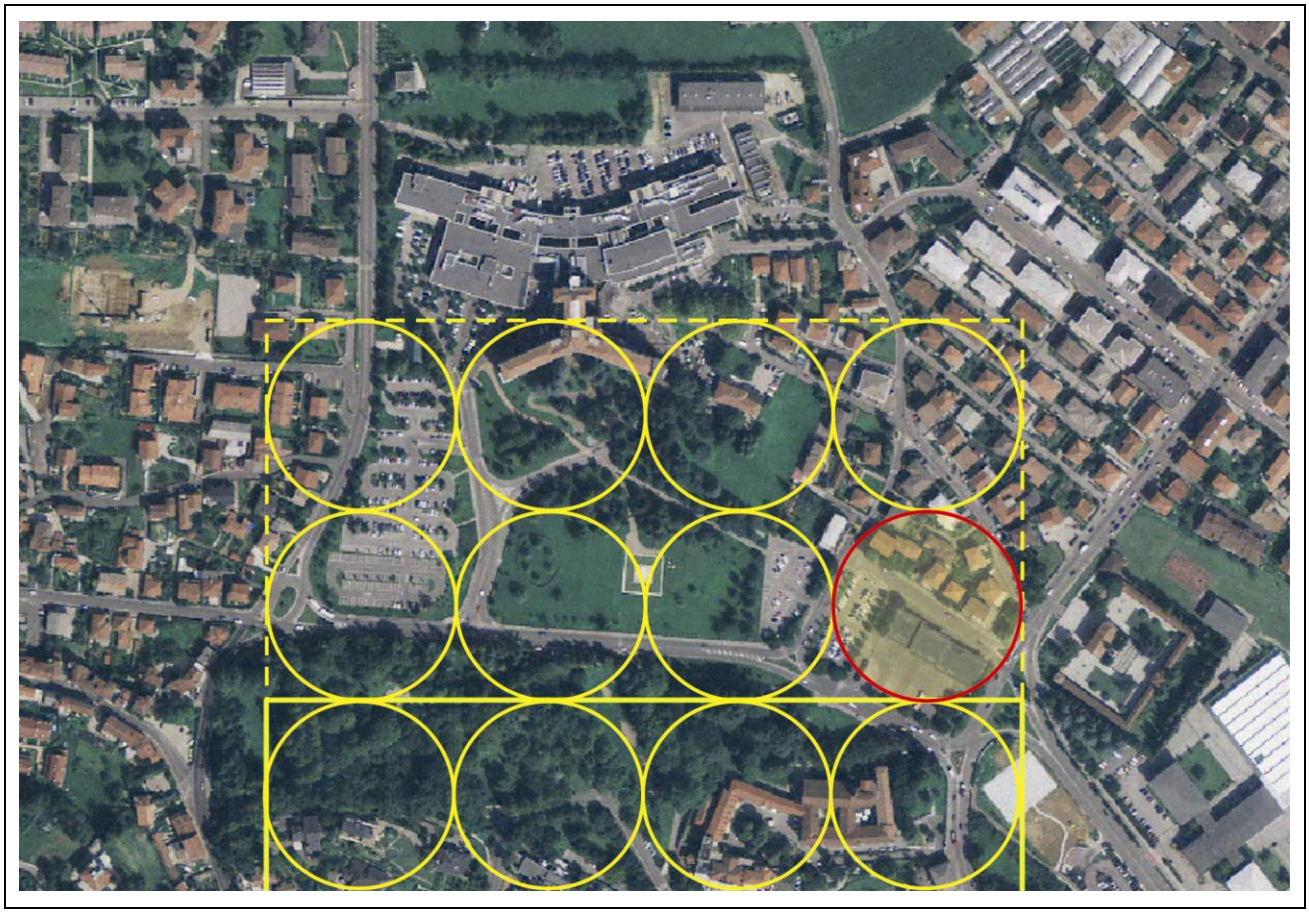
- Reticolo di riferimento per l'individuazione della stazioni di bioindicazione
- Nodo delle Rete Nazionale per le indagini di bioindicazione
- Quadranti in cui ricadono le stazioni di bioindicazione
- Impianto di incenerimento dei R.S.U.
- Sito di Importanza Comunitaria IT3210040

STAZIONE 1a

UCP 1	UCS 21

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata al centro della cittadina di Schio, nelle immediate adiacenze della stazione degli autobus. Le piante selezionate fanno parte di un filare di tigli interposto tra la stazione ed un parcheggio ad essa limitrofo, tra via Leonardo Da Vinci e via Caussa. Il filare è diviso in due settori. A partire da via L. Da Vinci f1 risulta essere la prima pianta del secondo settore. f2 è la quinta pianta del primo settore (il primo settore è costituito da sei alberi). f3 risulta essere la quarta pianta del primo settore.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 103050 - REGIONE VENETO



Codice stazione	1a

Codice Forofita	1_21_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	09:30:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Stazione autobus		
Indirizzo	Via Leonardo Da Vinci		
Uso del suolo	Urbano		
Tip. orografica	Pianura		
Esposizione	---		

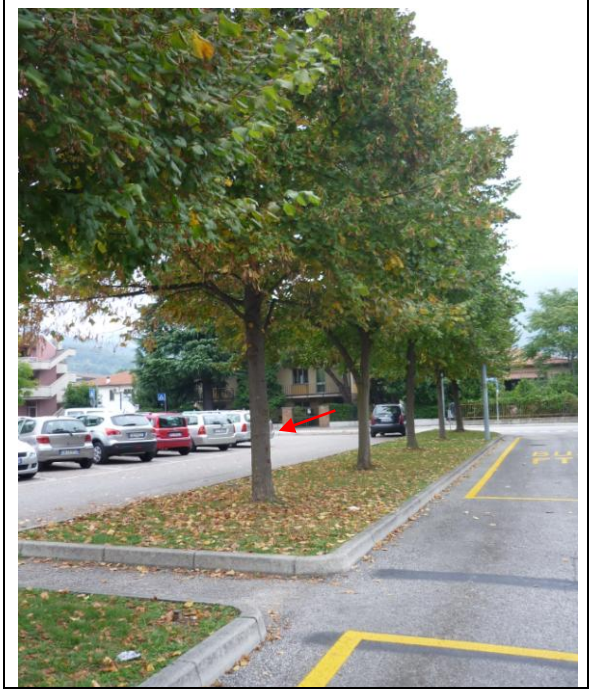
Dati Forofita

Specie	*Tilia cordata*
Circonferenza del fusto (cm)	70
Unità di campionamento primaria	1
Unità di campionamento secondaria	21
Altitudine (m s.l.m.)	200
Coordinata UTM32 Est (m)	1683586
Coordinata UTM32 Nord (m)	5065585
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

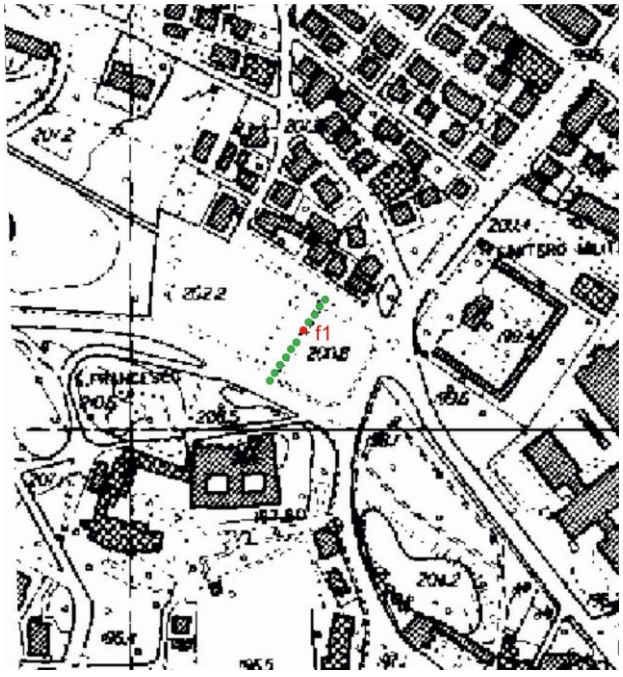
Localizzazione del Forofita nella Stazione

1° pianta del secondo settore del filare a partire da via L. Da Vinci.

Fotografia del forofita



Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	1a

Codice Forofita	1_21_f2

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	09:30:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Stazione autobus		
Indirizzo	Via Leonardo Da Vinci		
Uso del suolo	Urbano		
Tip. orografica	Pianura		
Esposizione	---		

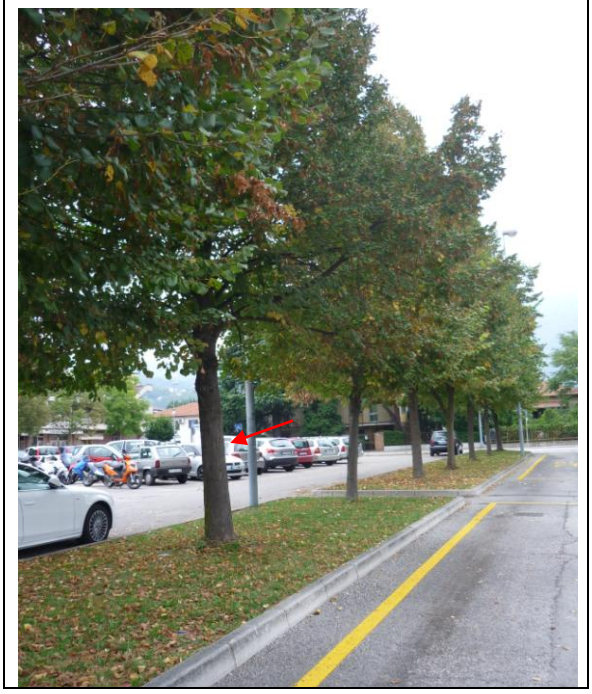
Dati Forofita

Specie	*Tilia cordata*
Circonferenza del fusto (cm)	68
Unità di campionamento primaria	1
Unità di campionamento secondaria	21
Altitudine (m s.l.m.)	200
Coordinata UTM32 Est (m)	1683581
Coordinata UTM32 Nord (m)	5065576
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

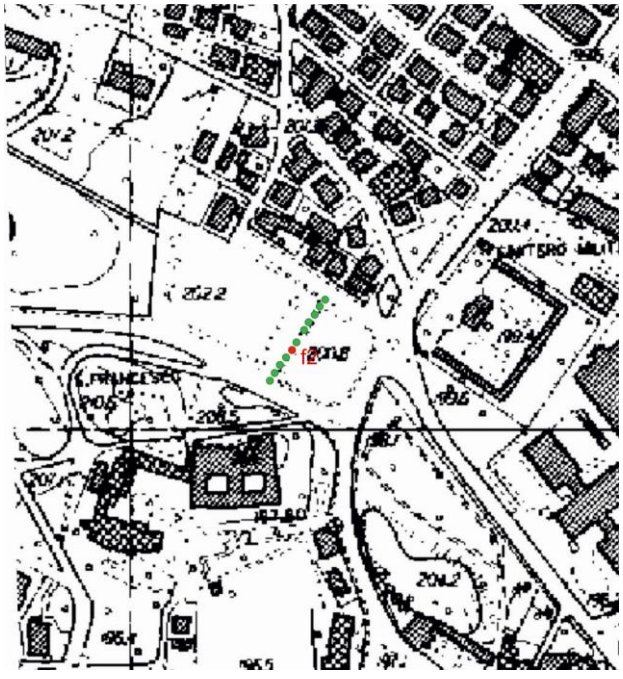
Localizzazione del Forofita nella Stazione

5° pianta del primo settore del filare a partire da via L. Da Vinci.

Fotografia del forofita



Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	1a

Codice Forofita	1_21_f3

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	09:30:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Stazione autobus		
Indirizzo	Via Leonardo Da Vinci		
Uso del suolo	Urbano		
Tip. orografica	Pianura		
Esposizione	---		

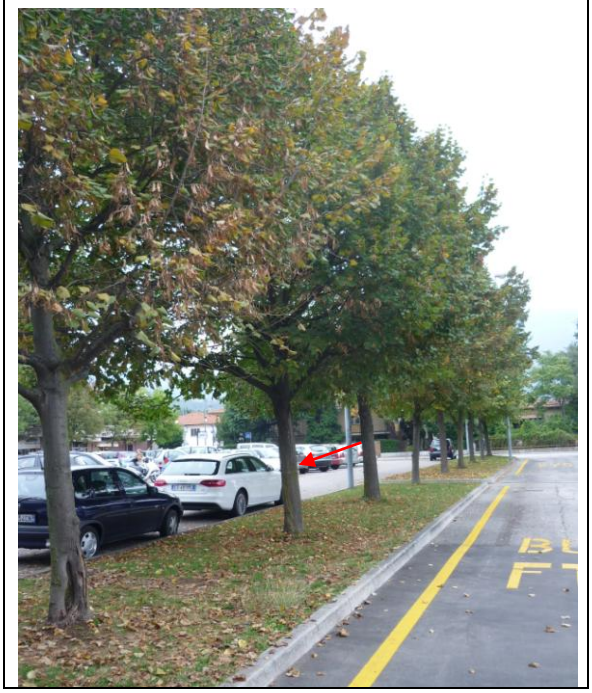
Dati Forofita

Specie	*Tilia cordata*
Circonferenza del fusto (cm)	67
Unità di campionamento primaria	1
Unità di campionamento secondaria	21
Altitudine (m s.l.m.)	200
Coordinata UTM32 Est (m)	1683578
Coordinata UTM32 Nord (m)	5065571
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

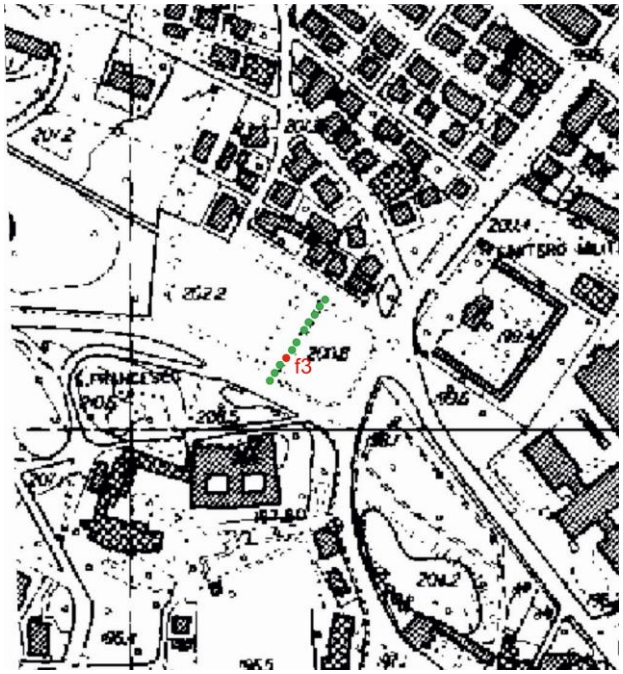
Localizzazione del Forofita nella Stazione

4° pianta del primo settore del filare a partire da via L. Da Vinci.

Fotografia del forofita



Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

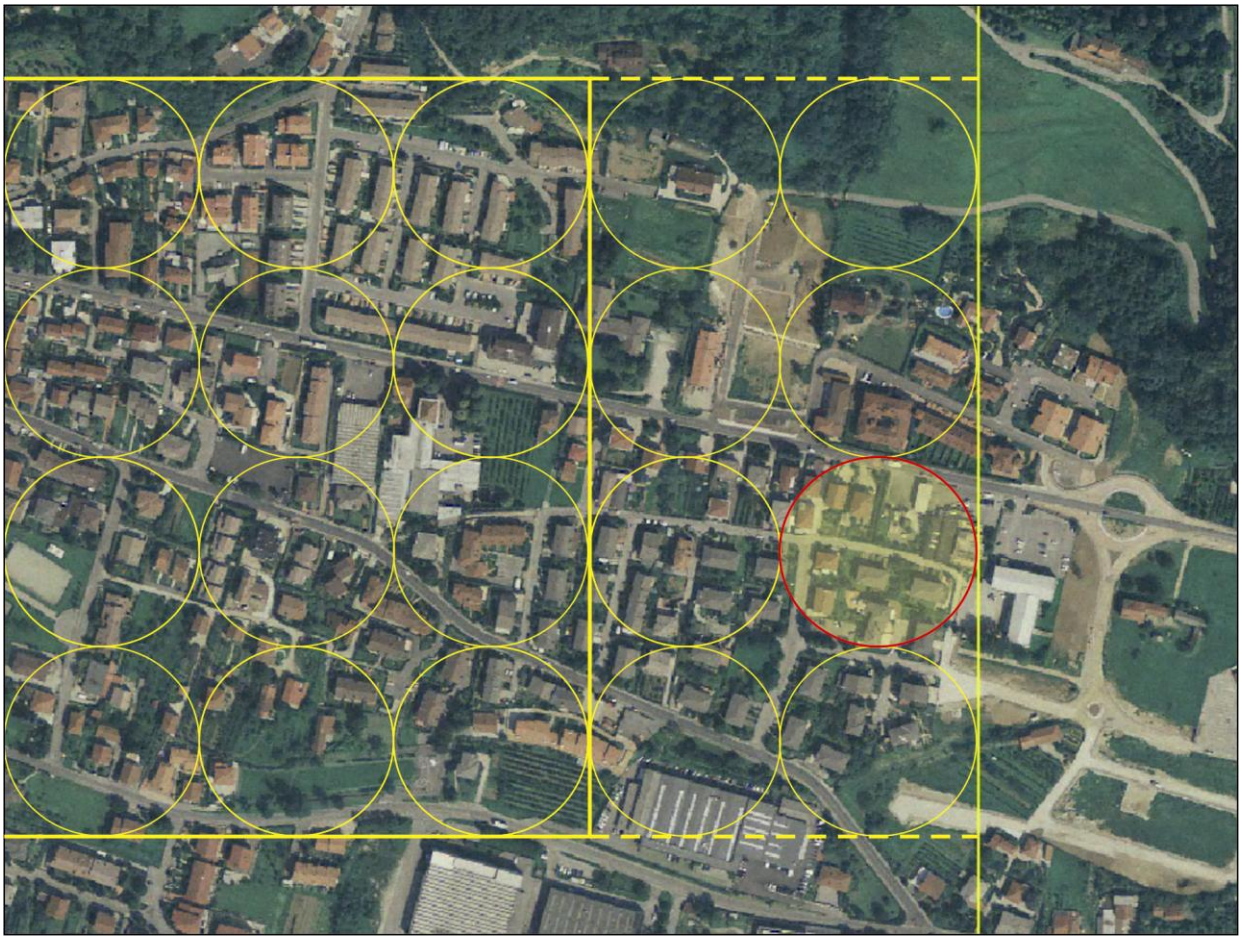
Note:

STAZIONE 2a

UCP 3	UCS 03

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata nell'area urbana del Comune di Torrebelvicino, in un parcheggio compreso tra l'incrocio di via Treviso con via Belluno. f1 si trova sul lato di parcheggio rivolto a via Treviso e corrisponde all'ultima piante in direzione est. f2 si trova sul lato del parcheggio che si affaccia a via Belluno e corrisponde alla prima pianta in direzione nord. F3, invece, si trova a fianco di f2, spostata di pochi metri a sud.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 102080 - REGIONE VENETO



Codice stazione	2a

Codice Forofita	3_03_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	11:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Torrebelvicino		
Località	Torrebelvicino		
Indirizzo	Via Treviso		
Uso del suolo	Urbano - residenziale		
Tip. orografica	Fondovalle		
Esposizione	Est		

Dati Forofita

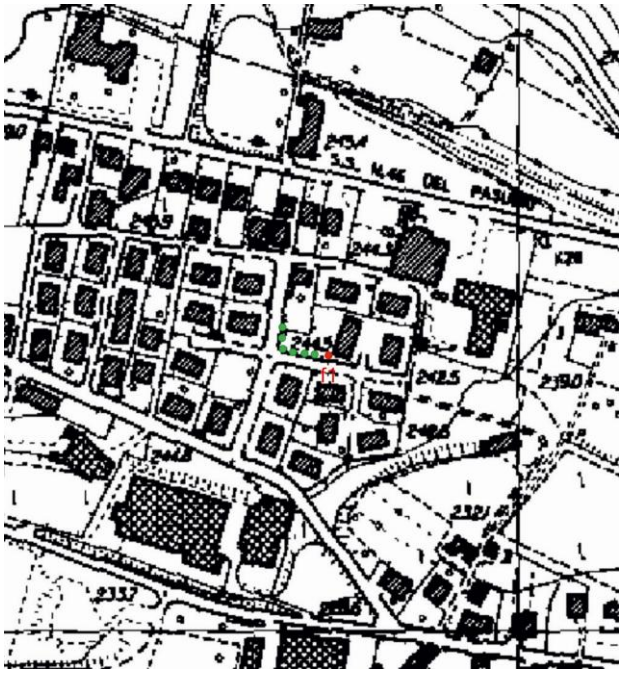
Specie	*T. intermedia*
Circonferenza del fusto (cm)	133
Unità di campionamento primaria	3
Unità di campionamento secondaria	03
Altitudine (m s.l.m.)	244
Coordinata UTM32 Est (m)	1680864
Coordinata UTM32 Nord (m)	5065187
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

1° pianta a partire dalla parte est del parcheggio, lato facente fronte a via Treviso.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	2a

Codice Forofita	3_03_f2

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	11:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Torrebelvicino		
Località	Torrebelvicino		
Indirizzo	Via Belluno		
Uso del suolo	Urbano - residenziale		
Tip. orografica	Fondovalle		
Esposizione	Est		

Dati Forofita

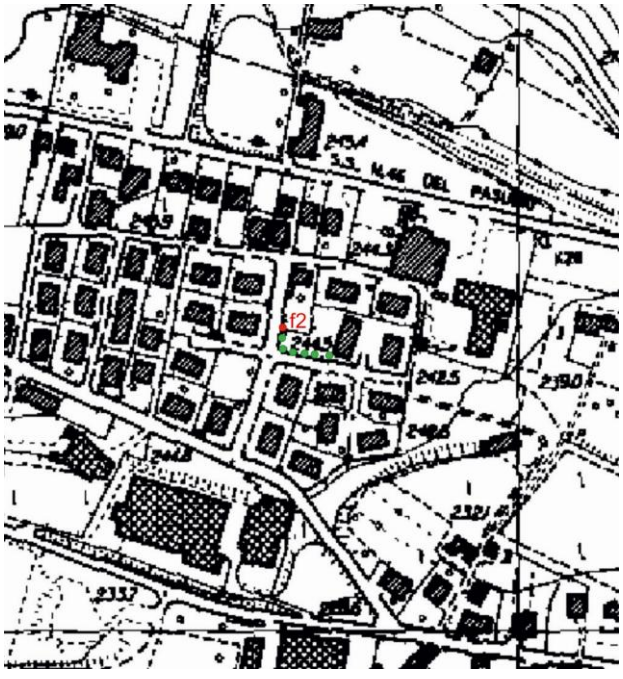
Specie	*T. intermedia*
Circonferenza del fusto (cm)	122
Unità di campionamento primaria	3
Unità di campionamento secondaria	03
Altitudine (m s.l.m.)	244
Coordinata UTM32 Est (m)	1680837
Coordinata UTM32 Nord (m)	5065205
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

1° pianta a partire dalla parte nord del parcheggio, lato facente fronte a via Belluno.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	2a

Codice Forofita	3_03_f3

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	11:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Torrebelvicino		
Località	Torrebelvicino		
Indirizzo	Via Belluno		
Uso del suolo	Urbano - residenziale		
Tip. orografica	Fondovalle		
Esposizione	Est		

Dati Forofita

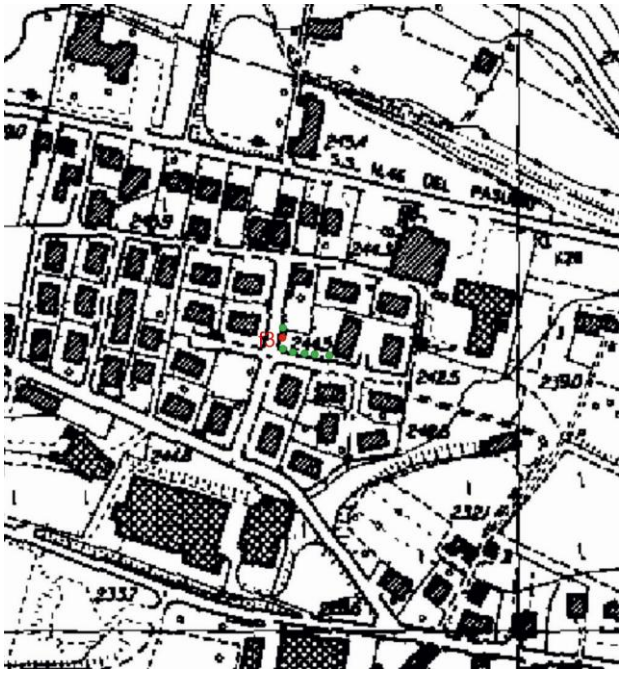
Specie	*T. intermedia*
Circonferenza del fusto (cm)	122
Unità di campionamento primaria	3
Unità di campionamento secondaria	03
Altitudine (m s.l.m.)	244
Coordinata UTM32 Est (m)	1680836
Coordinata UTM32 Nord (m)	5065202
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

2° pianta a partire dalla parte nord del parcheggio, lato facente fronte a via Belluno.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

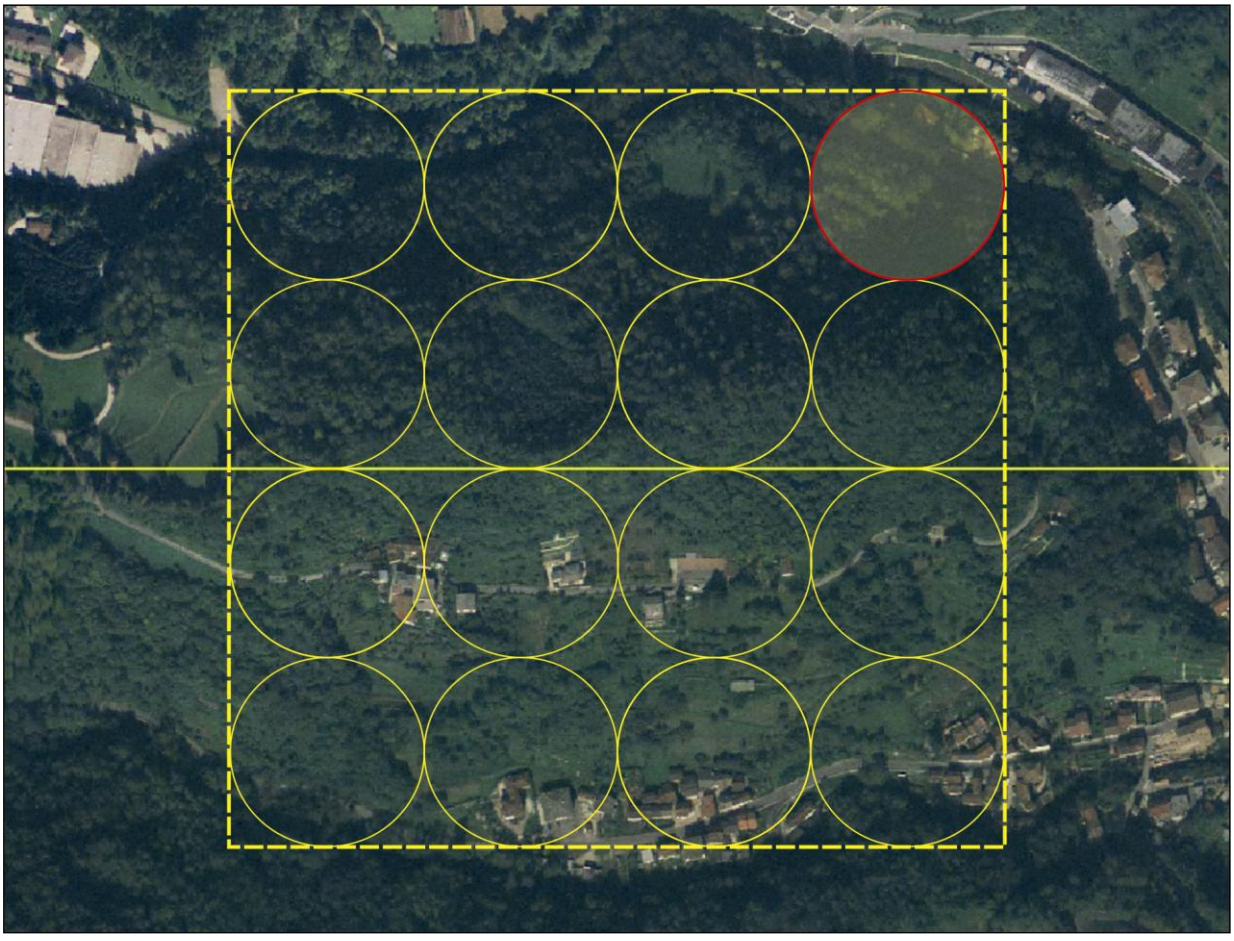
Note:

STAZIONE 3a

UCP 5	UCS 11

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata all'uscita dell'abitato di Valli del Pasubio, in direzione Pian delle Fugazze, nei giardini pubblici situati all'imbocco di via San Rocco. f1 si trova tra lo scivolo per bambini ed un tavolo da picnic. Tutte le altre piante del Parco sono state scartate perché i loro fusti risultavano eccessivamente ricoperti di muschi.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 102080 - REGIONE VENETO



Codice stazione	3a

Codice Forofita	5_11_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	11:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Valli del Pasubio		
Località	Valli del Pasubio		
Indirizzo	Via San Rocco		
Uso del suolo	Urbano – Parco Pubblico		
Tip. orografica	Fondovalle		
Esposizione	Est		

Dati Forofita

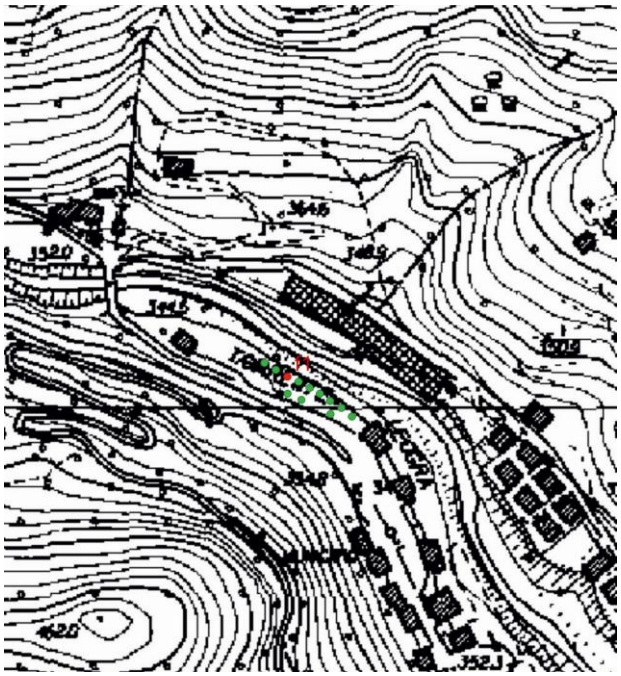
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	114
Unità di campionamento primaria	5
Unità di campionamento secondaria	11
Altitudine (m s.l.m.)	350
Coordinata UTM32 Est (m)	1675718
Coordinata UTM32 Nord (m)	5068026
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

7° pianta di tiglio a partire dal cancello di ingresso al Parco. La pianta si trova si trova tra lo scivolo per bambini ed un tavolo da picnic

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

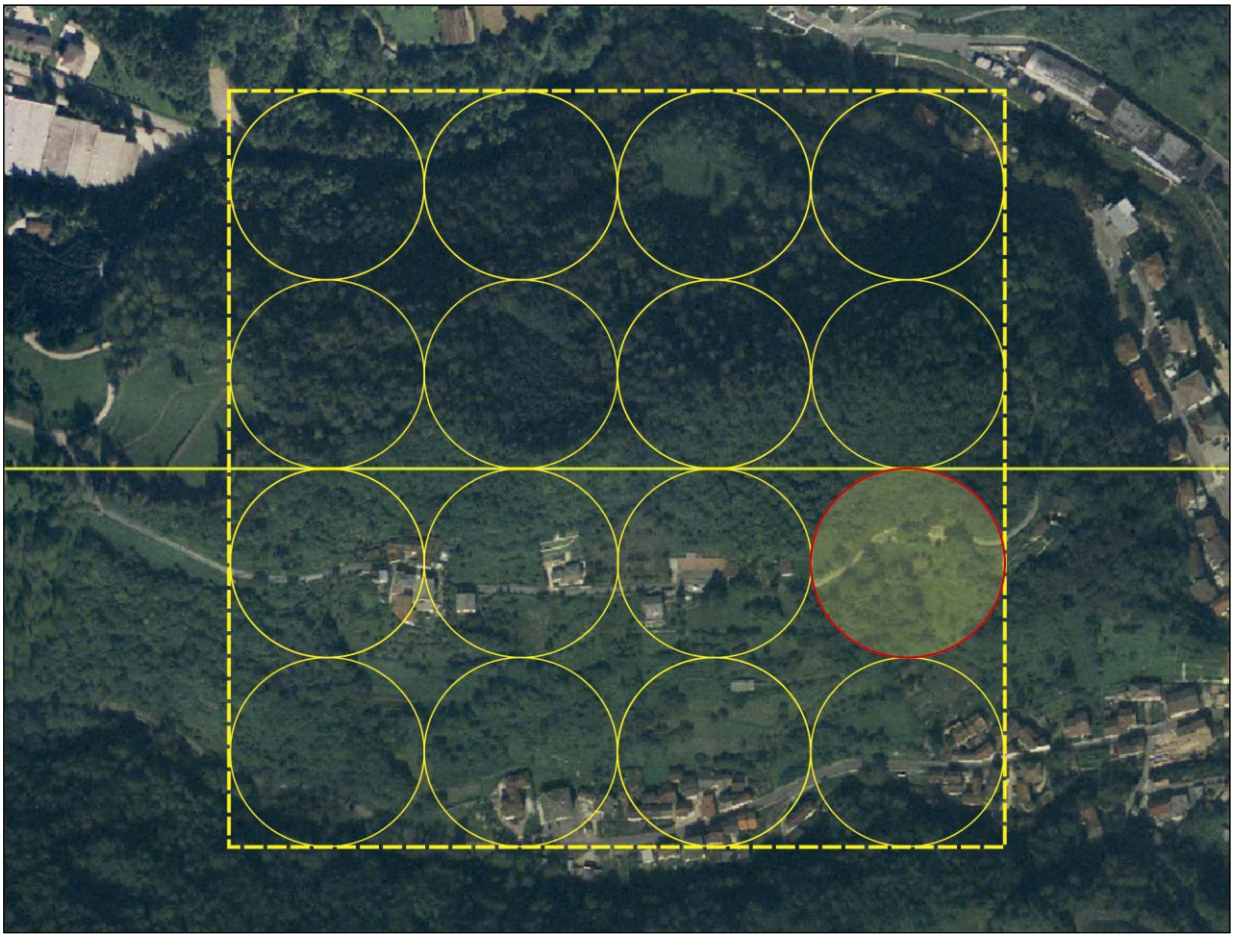
Note:

STAZIONE 3a

UCP 5	UCS 23

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata lungo la strada Comunale Cavrega, in via Muro, poco dopo contrada Tratta. La stazione è costituita da un albero di tiglio bicormico situato a monte della strada, a margine di un bosco, in prossimità di una antenna per le telecomunicazioni.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 102080 - REGIONE VENETO



Codice stazione	3a	Codice Forofita	5_23_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	10:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Valli del Pasubio		
Località	Contrada Tratta		
Indirizzo	Via Muro		
Uso del suolo	Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Sud		

Dati Forofita

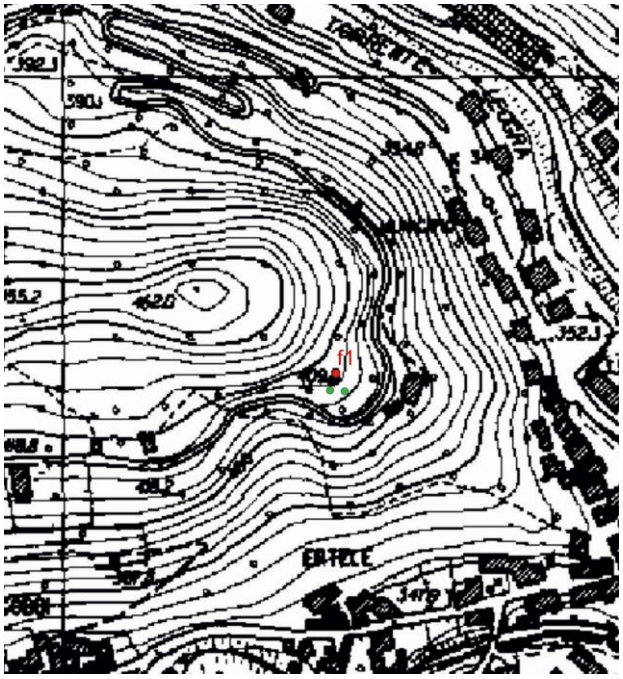
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	102
Unità di campionamento primaria	5
Unità di campionamento secondaria	23
Altitudine (m s.l.m.)	410
Coordinata UTM32 Est (m)	1675684
Coordinata UTM32 Nord (m)	5067788
Inclinazione del fusto	5°
Inclinazione del piano di campagna	15°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

La pianta si trova a margine del bosco poco sopra la strada, nelle immediate vicinanze di una antenna per le comunicazioni telefoniche. f1 è il fusto a ovest avente diametro minore.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	3a	Codice Forofita	5_23_f2

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	10:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Valli del Pasubio		
Località	Contrada Tratta		
Indirizzo	Via Muro		
Uso del suolo	Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Sud		

Dati Forofita

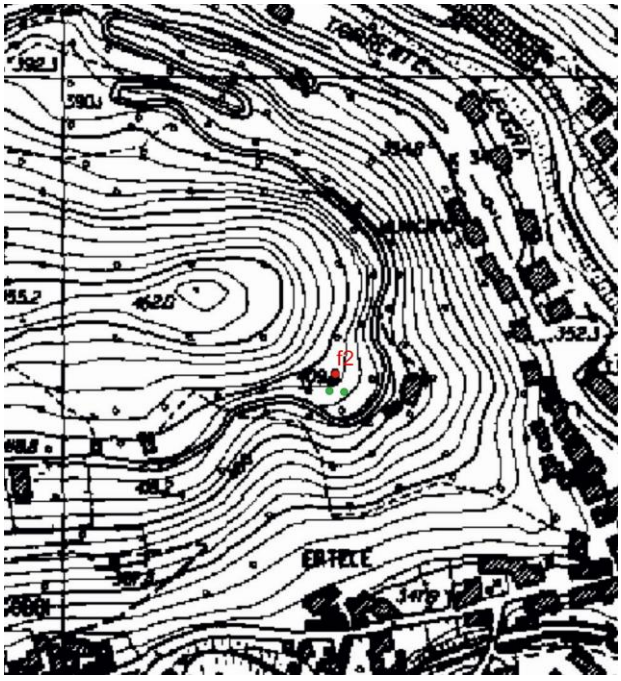
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	110
Unità di campionamento primaria	5
Unità di campionamento secondaria	23
Altitudine (m s.l.m.)	410
Coordinata UTM32 Est (m)	1675684
Coordinata UTM32 Nord (m)	5067788
Inclinazione del fusto	5°
Inclinazione del piano di campagna	15°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

La pianta si trova a margine del bosco poco sopra la strada, nelle immediate vicinanze di una antenna per le comunicazioni telefoniche. f2 è il fusto posto a est avente diametro maggiore.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

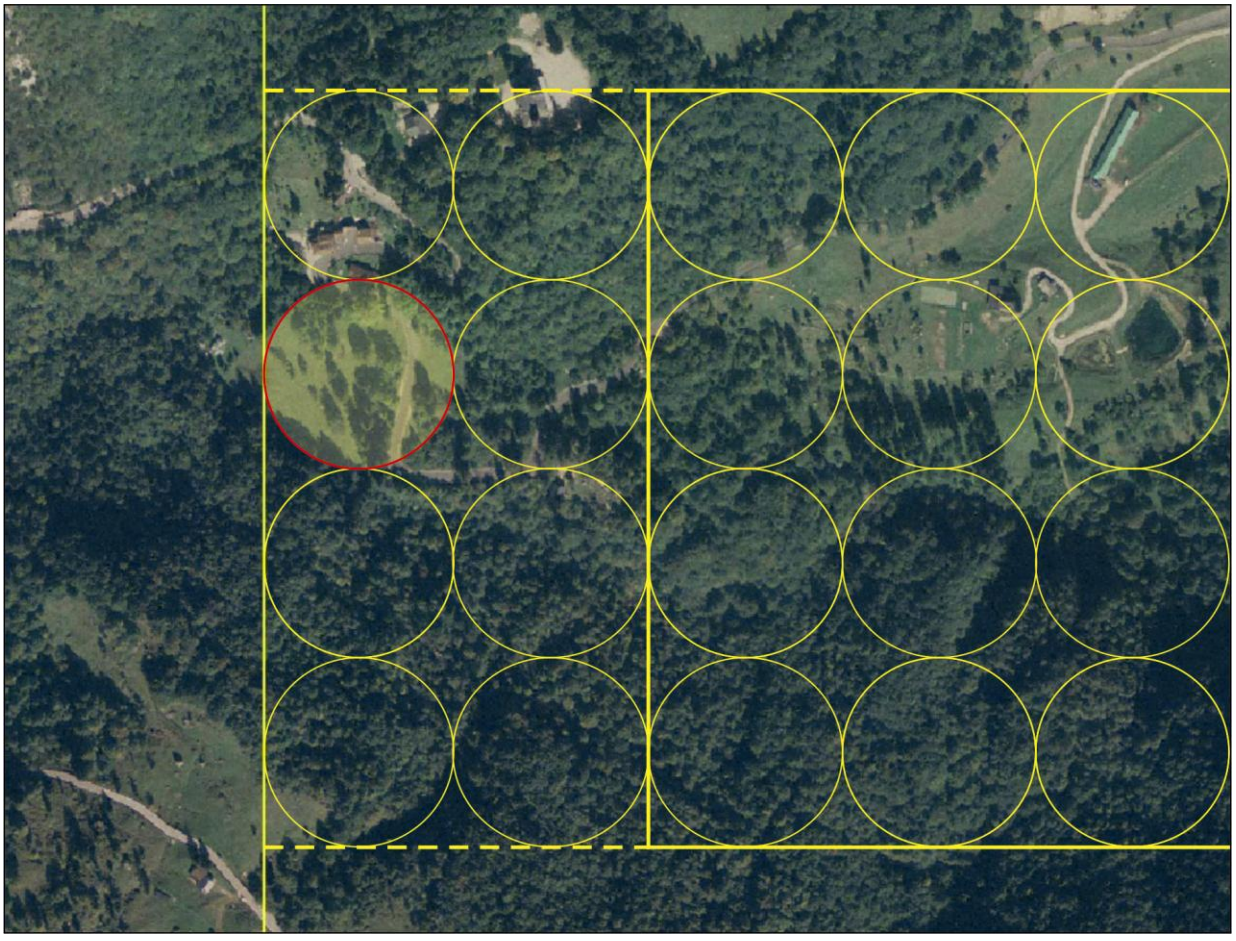
Note:

STAZIONE 4a

UCP 7	UCS 01

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata lungo la strada Provinciale n. 46 diretta a Pian delle Fugazze. Della stazione fa parte un solo albero. Questo è raggiungibile da una strada sterrata che si imbocca sulla sinistra circa 100 metri prima del tornante n. 13. Percorsi circa 50 metri dall'inizio della sterrata si trova un cancello. La pianta selezionata è il secondo tiglio sulla sinistra dopo il cancello che chiude la strada.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 102030 - REGIONE VENETO



Codice stazione	4a

Codice Forofita	7_01_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	12:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Valli del Pasubio		
Località	Dintorni di Casa Alpina Marano		
Indirizzo	Via Dolomiti – tornante n. 13		
Uso del suolo	Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Sud-Est		

Dati Forofita

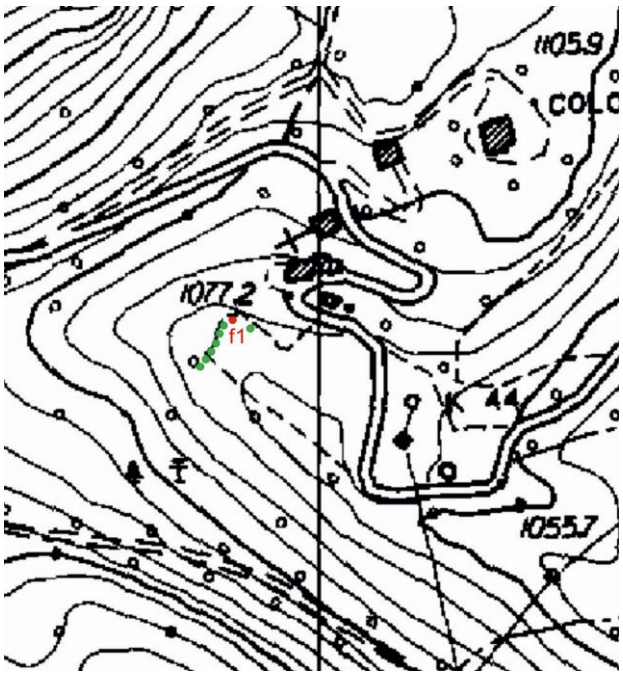
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	1,61
Unità di campionamento primaria	7
Unità di campionamento secondaria	01
Altitudine (m s.l.m.)	1065
Coordinata UTM32 Est (m)	1669963
Coordinata UTM32 Nord (m)	5069422
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

La pianta si trova a margine del bosco e fa parte di un filare di tigli che fiancheggi a una strada sterrata che porta ad una casa isolata.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione

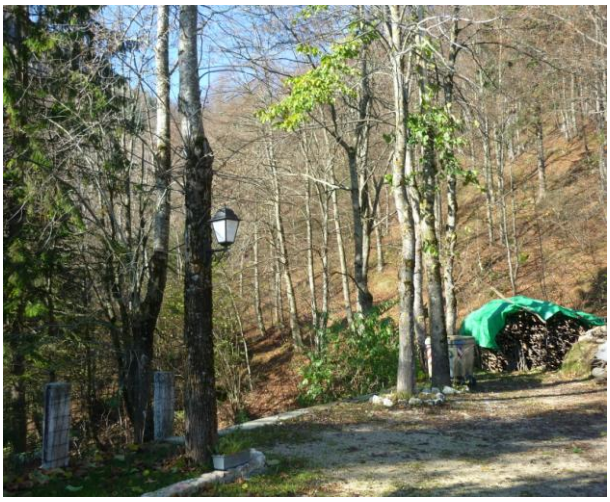


X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

STAZIONE 4a

UCP 7	UCS 12

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata lungo la strada Provinciale n. 46 diretta a Pian delle Fugazze. Più precisamente si trova all'interno del tornante n. 13, in corrispondenza di una trattoria. A sinistra dell'edificio si trova un parcheggio delimitato da un filare costituito da sei alberi di tiglio. I due forofiti selezionati sono rispettivamente il 5° e il 6° a partire dalla strada provinciale.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 102030 - REGIONE VENETO

Codice stazione	4a	Codice Forofita	7_12_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	12:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Valli del Pasubio		
Località	Dintorni di Casa Alpina Marano		
Indirizzo	Via Dolomiti – tornante n. 13		
Uso del suolo	Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Sud-Est		

Dati Forofita

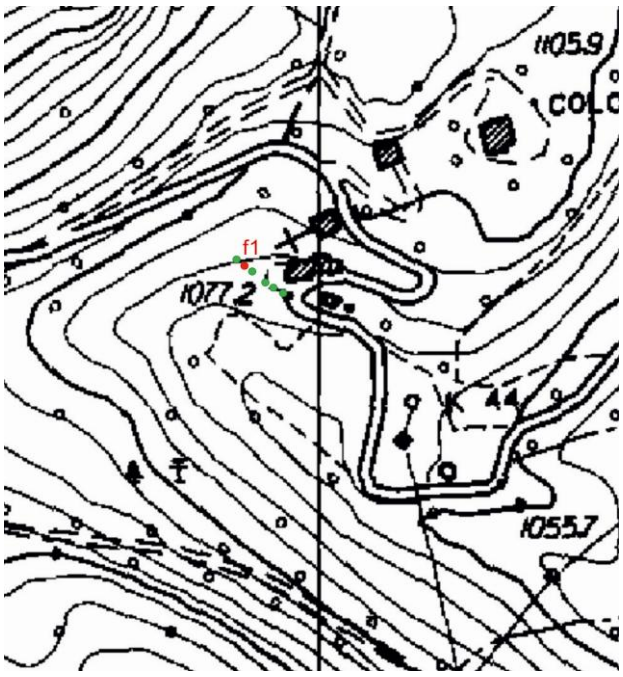
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	95
Unità di campionamento primaria	7
Unità di campionamento secondaria	12
Altitudine (m s.l.m.)	1077
Coordinata UTM32 Est (m)	1669962
Coordinata UTM32 Nord (m)	5069460
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

La pianta si trova a margine di un piazzale adiacente una trattoria, situata all'interno del tornante n. 13 della strada diretta a Pian delle Fugazze. La pianta fa parte di un filare di 6 tigli. Si tratta della quinta a partire dall'ingresso.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	4a

Codice Forofita	7_12_f2

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	12:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Valli del Pasubio		
Località	Dintorni di Casa Alpina Marano		
Indirizzo	Via Dolomiti – tornante n. 13		
Uso del suolo	Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Sud-Est		

Dati Forofita

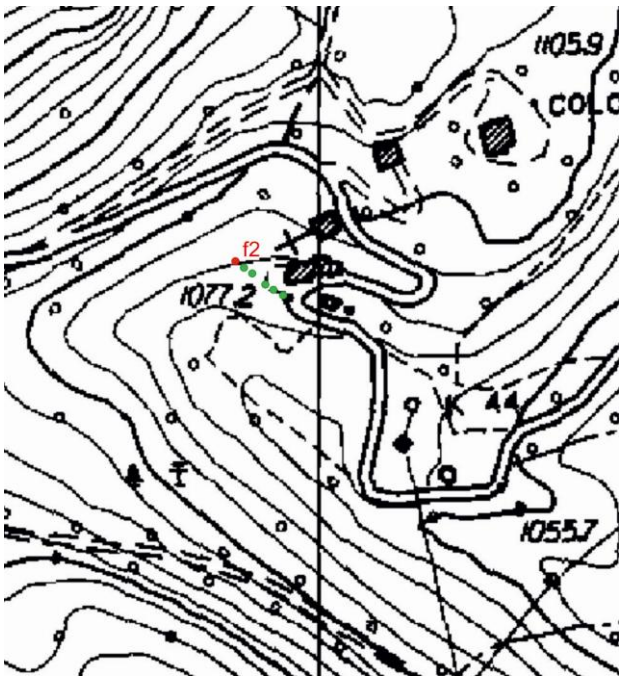
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	123
Unità di campionamento primaria	7
Unità di campionamento secondaria	12
Altitudine (m s.l.m.)	1077
Coordinata UTM32 Est (m)	1669956
Coordinata UTM32 Nord (m)	5069466
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	0°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

La pianta si trova a margine di un piazzale adiacente una trattoria, situata all'interno del tornante n. 13 della strada diretta a Pian delle Fugazze. La pianta fa parte di un filare di 6 tigli. Si tratta dell'ultima a partire dall'ingresso.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

STAZIONE 5a

UCP 0	UCS 41

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	La stazione si trova all'interno dell'abitato di Santorso. Essa è costituita da alcuni esemplari di tiglio facenti parte di un piccolo giardino pubblico compreso tra via Gramsci e via De Gasperi.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 103050 - REGIONE VENETO

Codice stazione	5a

Codice Forofita	0_41_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	15:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Santorso		
Località	Santorso		
Indirizzo	Via Gramsci; Via De Gasperi		
Uso del suolo	Urbano - residenziale		
Tip. orografica	Basso versante		
Esposizione	Sud		

Dati Forofita

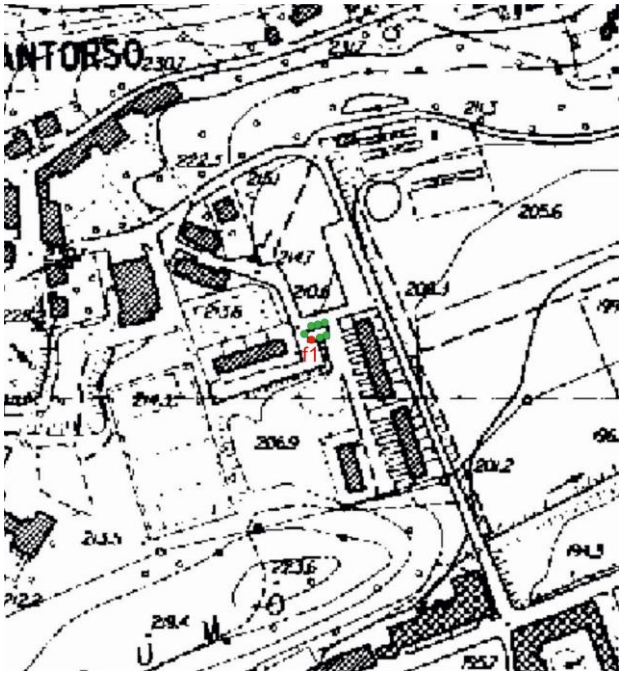
Specie	*T. intermedia*
Circonferenza del fusto (cm)	104
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	41
Altitudine (m s.l.m.)	210
Coordinata UTM32 Est (m)	1686212
Coordinata UTM32 Nord (m)	5067541
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	5°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

La pianta si trova sul lato Sud_Ovest del giardinetto, vicino ad una pianta di noce.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	5a	Codice Forofita	0_41_f2

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	15:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Santorso		
Località	Santorso		
Indirizzo	Via Gramsci; Via De Gasperi		
Uso del suolo	Urbano - residenziale		
Tip. orografica	Basso versante		
Esposizione	Sud		

Dati Forofita

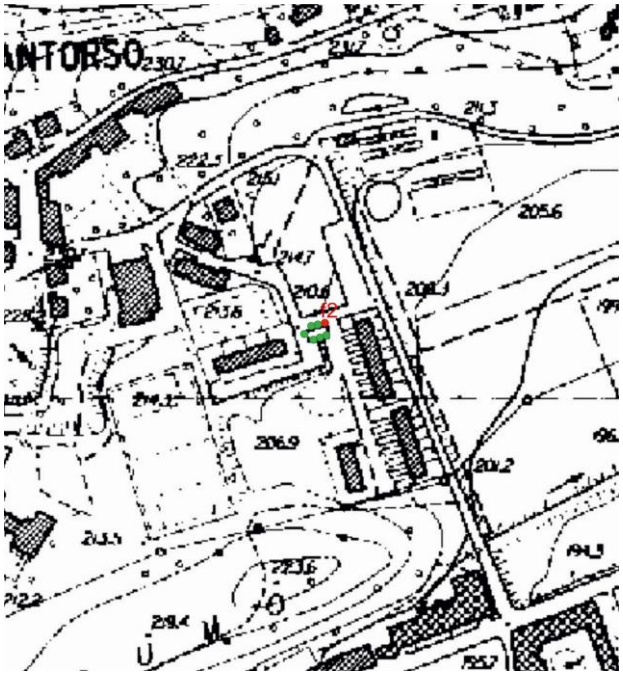
Specie	*T. intermedia*
Circonferenza del fusto (cm)	89
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	41
Altitudine (m s.l.m.)	210
Coordinata UTM32 Est (m)	1686217
Coordinata UTM32 Nord (m)	5067552
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	5°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

La pianta si trova sul lato Nord-Est del giardinetto didietro ad un palo dell'illuminazione pubblica.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	5a	Codice Forofita	0_41_f3

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	15:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Santorso		
Località	Santorso		
Indirizzo	Via Gramsci; Via De Gasperi		
Uso del suolo	Urbano - residenziale		
Tip. orografica	Basso versante		
Esposizione	Sud		

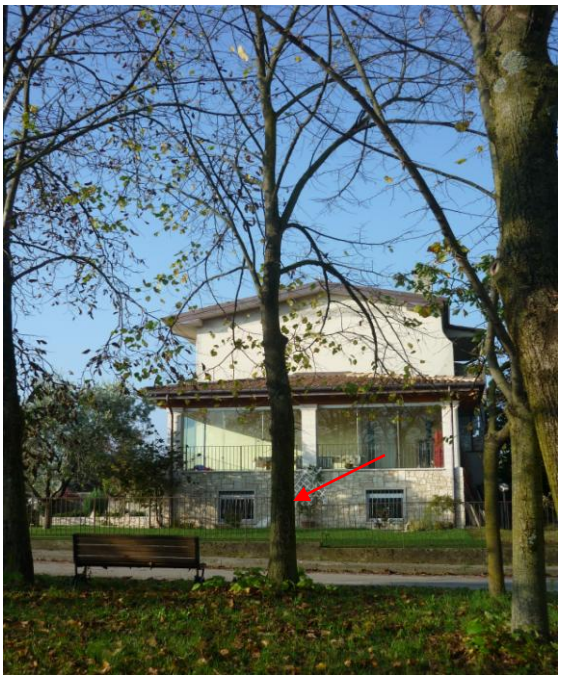
Dati Forofita

Specie	*T. intermedia*
Circonferenza del fusto (cm)	87
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	41
Altitudine (m s.l.m.)	210
Coordinata UTM32 Est (m)	1686209
Coordinata UTM32 Nord (m)	5067548
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	5°

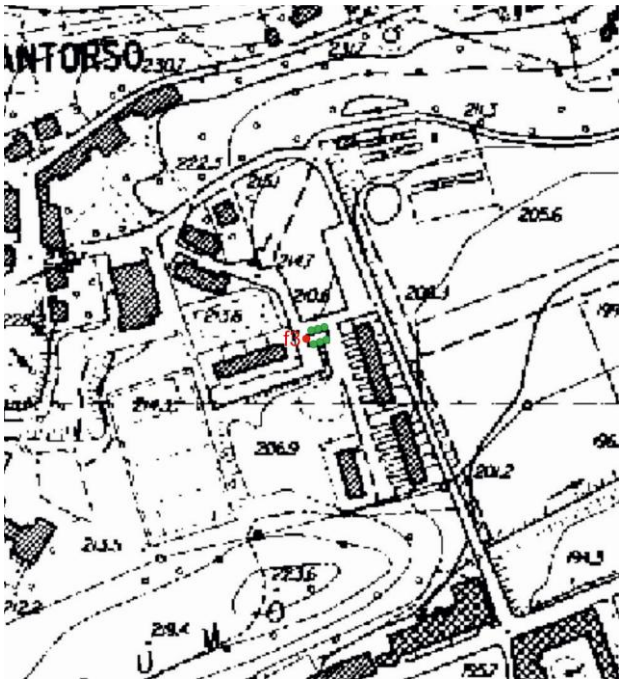
Localizzazione del Forofita nella Stazione

La pianta si trova sul lato Nord-Ovest del giardinetto tra una panchina a sinistra ed un esemplare di ciliegio a destra.

Fotografia del forofita



Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

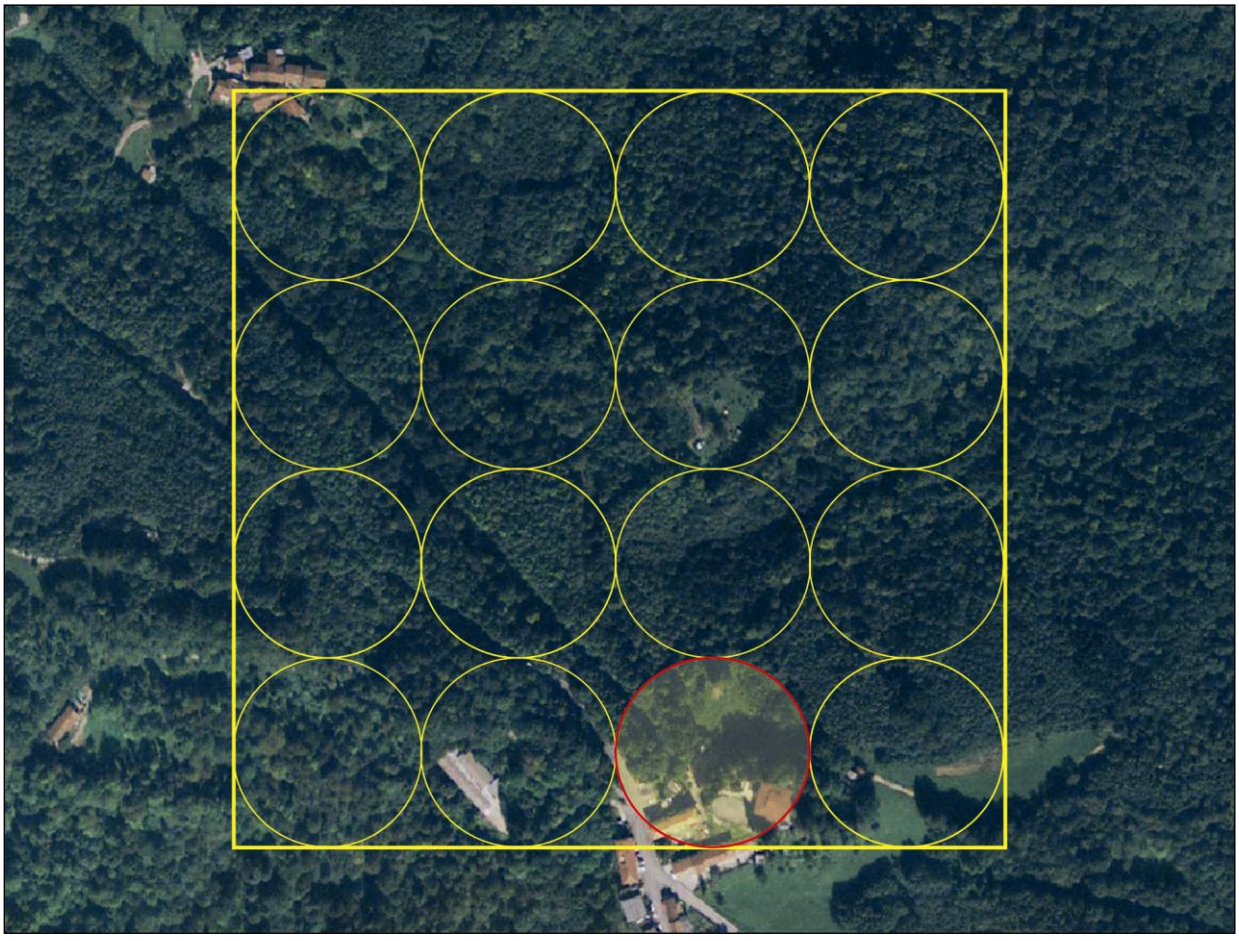
Note:

STAZIONE 6a

UCP 0	UCS 22

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata verso l'uscita dall'abitato di Sant'Ulderico di Tretto. Gli alberi censiti si trovano sul retro della scuola elementare. Si tratta di tre ceppaie con fusti adulti, disposte allineate tra loro. In ciascuna è stato selezionato il pollone più esterno in direzione della scuola.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 103010 - REGIONE VENETO



Codice stazione	6a

Codice Forofita	0_22_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	13:30:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Sant'Ulderico di Tretto		
Indirizzo	Contrà Velte		
Uso del suolo	Urbano		
Tip. orografica	Alto versante		
Esposizione	Sud-Ovest		

Dati Forofita

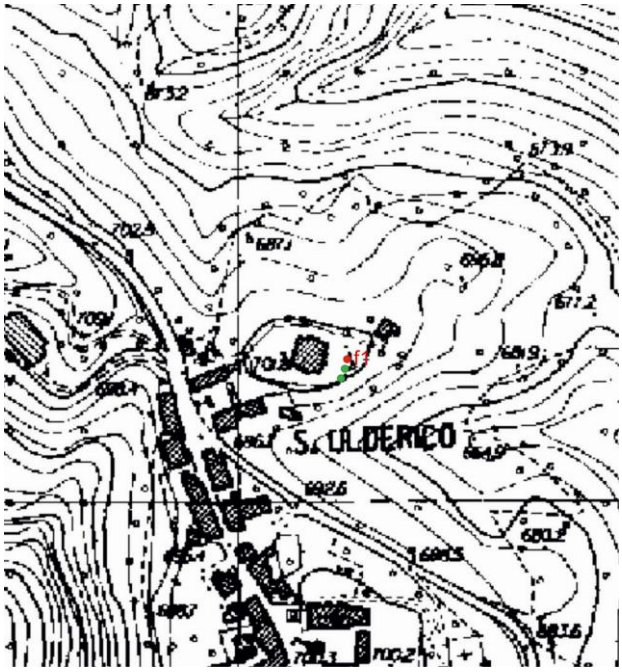
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	110
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	22
Altitudine (m s.l.m.)	700
Coordinata UTM32 Est (m)	1682571
Coordinata UTM32 Nord (m)	5069081
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	15°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

Il forofita corrisponde al pollone più esterno, in direzione della scuola, della ceppaia posta più a sud.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	6a

Codice Forofita	0_22_f2

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	13:30:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Sant'Ulderico di Tretto		
Indirizzo	Contrà Velte		
Uso del suolo	Urbano		
Tip. orografica	Alto versante		
Esposizione	Sud-Ovest		

Dati Forofita

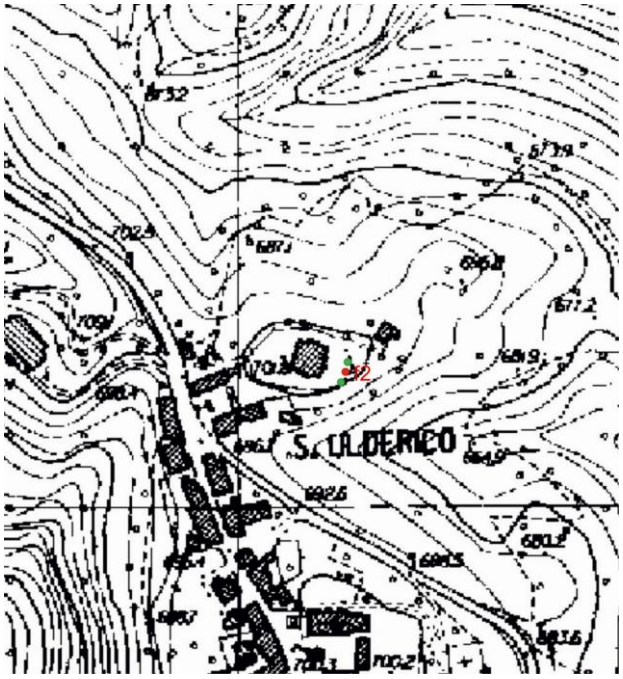
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	95
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	22
Altitudine (m s.l.m.)	700
Coordinata UTM32 Est (m)	1682573
Coordinata UTM32 Nord (m)	5069085
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	15°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

Il forofita corrisponde al pollone più esterno, in direzione della scuola, della ceppaia posta al centro delle tre.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	6a

Codice Forofita	0_22_f3

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	13:30:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Sant'Ulderico di Tretto		
Indirizzo	Contrà Velte		
Uso del suolo	Urbano		
Tip. orografica	Alto versante		
Esposizione	Sud-Ovest		

Dati Forofita

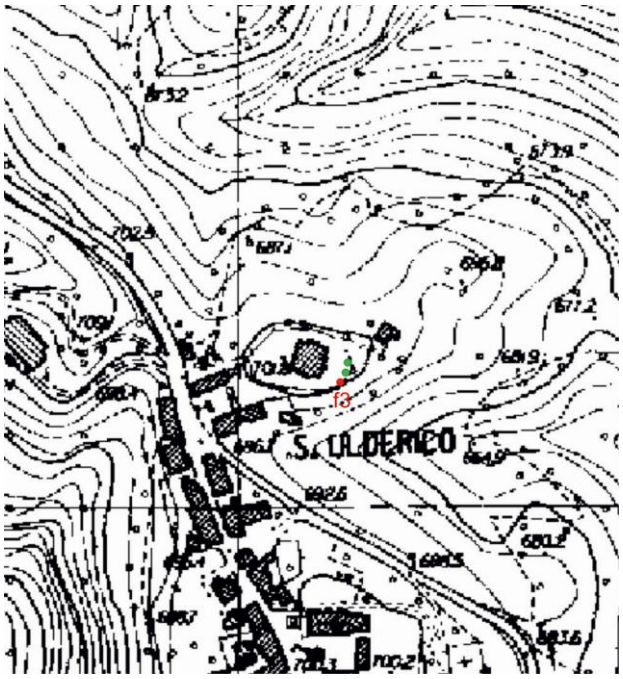
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	105
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	22
Altitudine (m s.l.m.)	700
Coordinata UTM32 Est (m)	1682573
Coordinata UTM32 Nord (m)	5069091
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	15°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

Il forofita corrisponde al pollone più esterno, in direzione della scuola, della ceppaia posta più a nord.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione

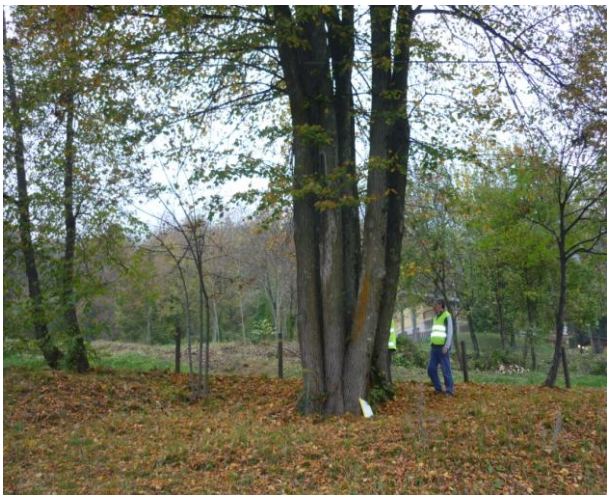


X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

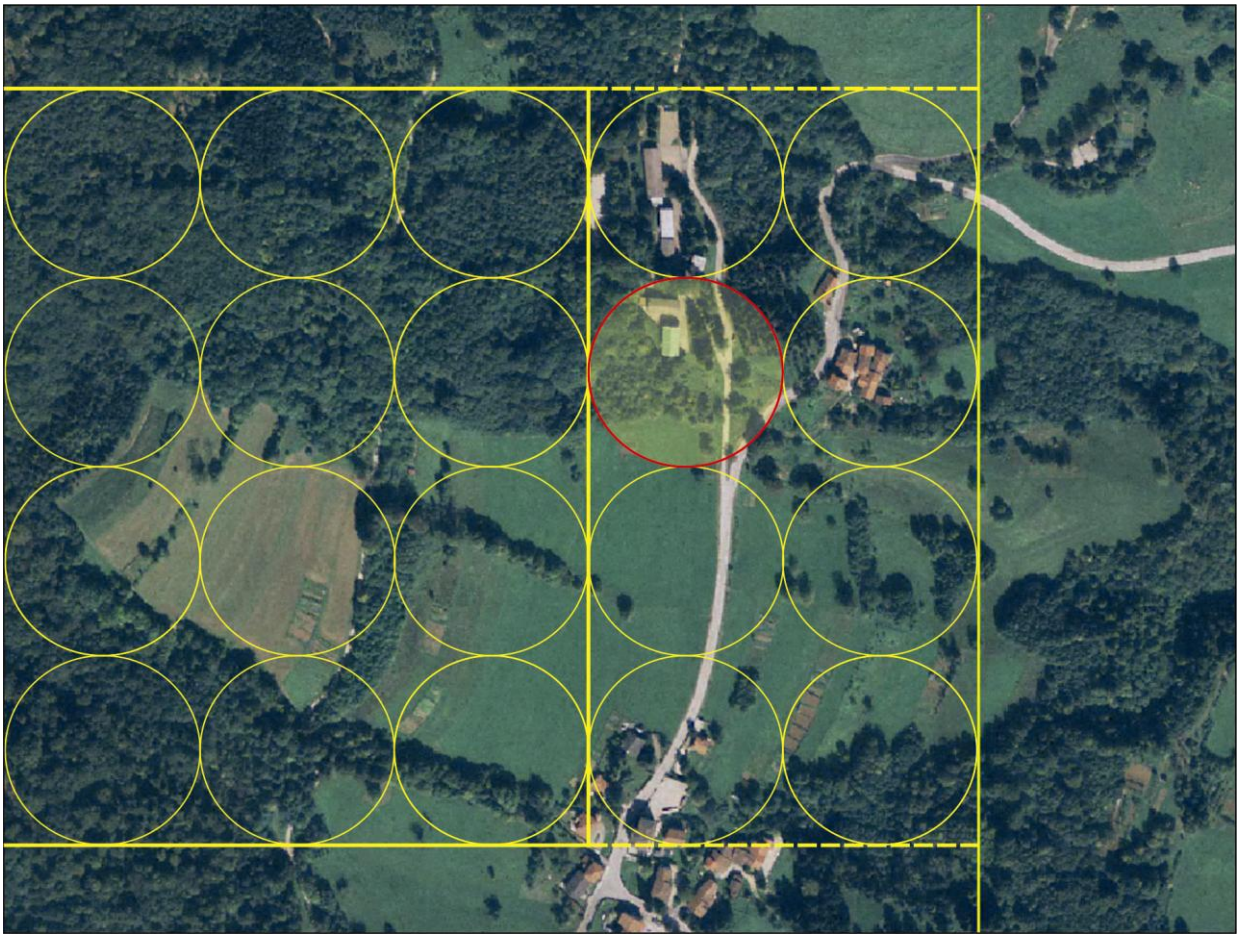
Note:

STAZIONE 7a

UCP 3	UCS 43

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata nei pressi di Bosco di Tretto in località Contrà Covile. I forofiti sono parte di un'unica ceppaia costituita da 9 fusti adulti. La ceppaia si trova a lato della strada diretta a San Rocco di Tretto.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 103010 - REGIONE VENETO



Codice stazione	7a

Codice Forofita	3_43_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	15:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Bosco di Tretto		
Indirizzo	Contrada Covole		
Uso del suolo	Agricolo-Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Est		

Dati Forofita

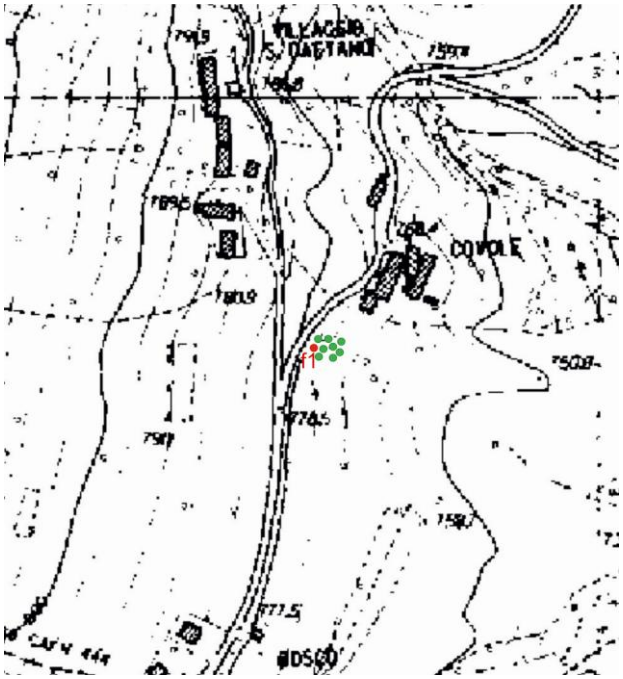
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	155
Unità di campionamento primaria	3
Unità di campionamento secondaria	43
Altitudine (m s.l.m.)	775
Coordinata UTM32 Est (m)	1681810
Coordinata UTM32 Nord (m)	5070332
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	5°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

f1 corrisponde al pollone più grosso rivolto ad Ovest.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	7a

Codice Forofita	3_43_f2

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	15:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Bosco di Tretto		
Indirizzo	Contrada Covole		
Uso del suolo	Agricolo-Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Est		

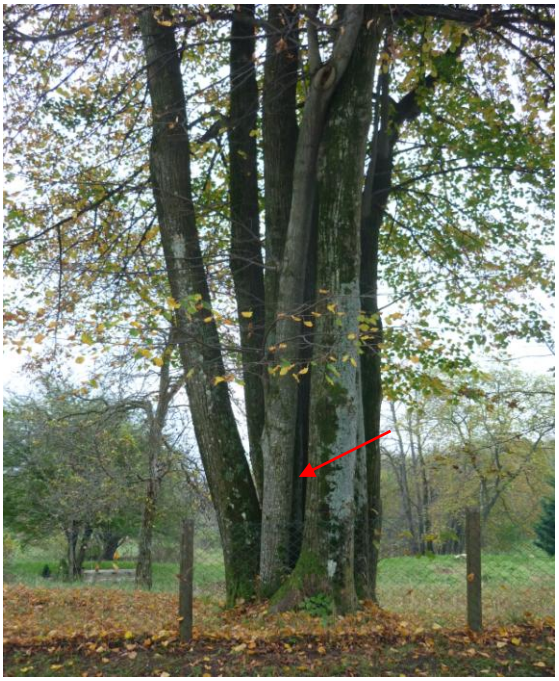
Dati Forofita

Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	89
Unità di campionamento primaria	3
Unità di campionamento secondaria	43
Altitudine (m s.l.m.)	775
Coordinata UTM32 Est (m)	1681810
Coordinata UTM32 Nord (m)	5070332
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	5°

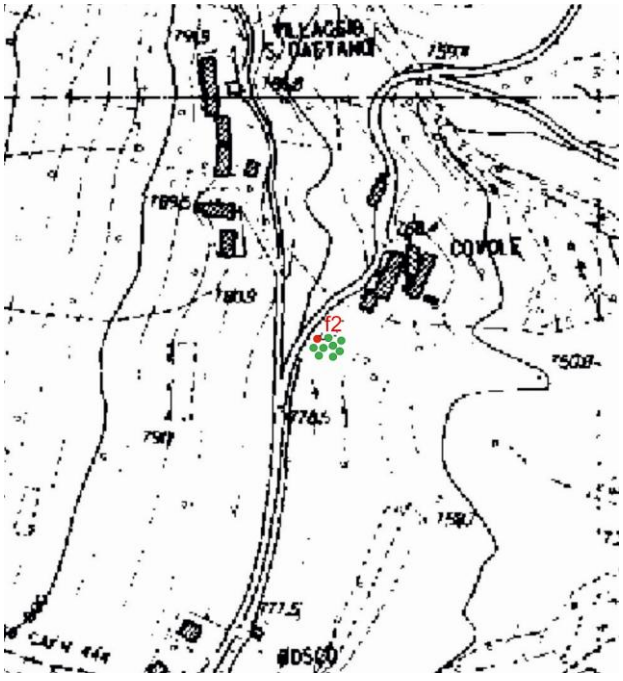
Localizzazione del Forofita nella Stazione

f2 corrisponde al pollone a sinistra di f1.

Fotografia del forofita



Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	7a

Codice Forofita	3_43_f3

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	15:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Bosco di Tretto		
Indirizzo	Contrada Covole		
Uso del suolo	Agricolo-Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Est		

Dati Forofita

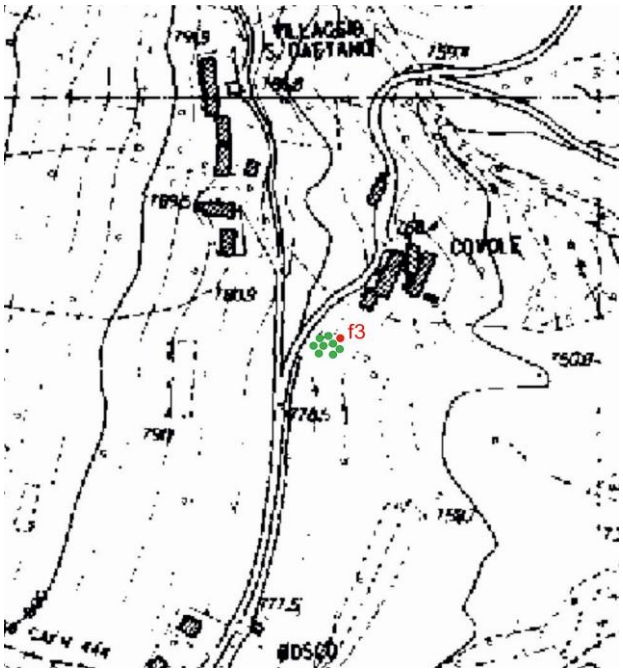
Specie	*T. plathyphyllos*
Circonferenza del fusto (cm)	140
Unità di campionamento primaria	3
Unità di campionamento secondaria	43
Altitudine (m s.l.m.)	775
Coordinata UTM32 Est (m)	1681810
Coordinata UTM32 Nord (m)	5070332
Inclinazione del fusto	5°
Inclinazione del piano di campagna	5°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

f3 corrisponde al pollone più grosso rivolto ad Est.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

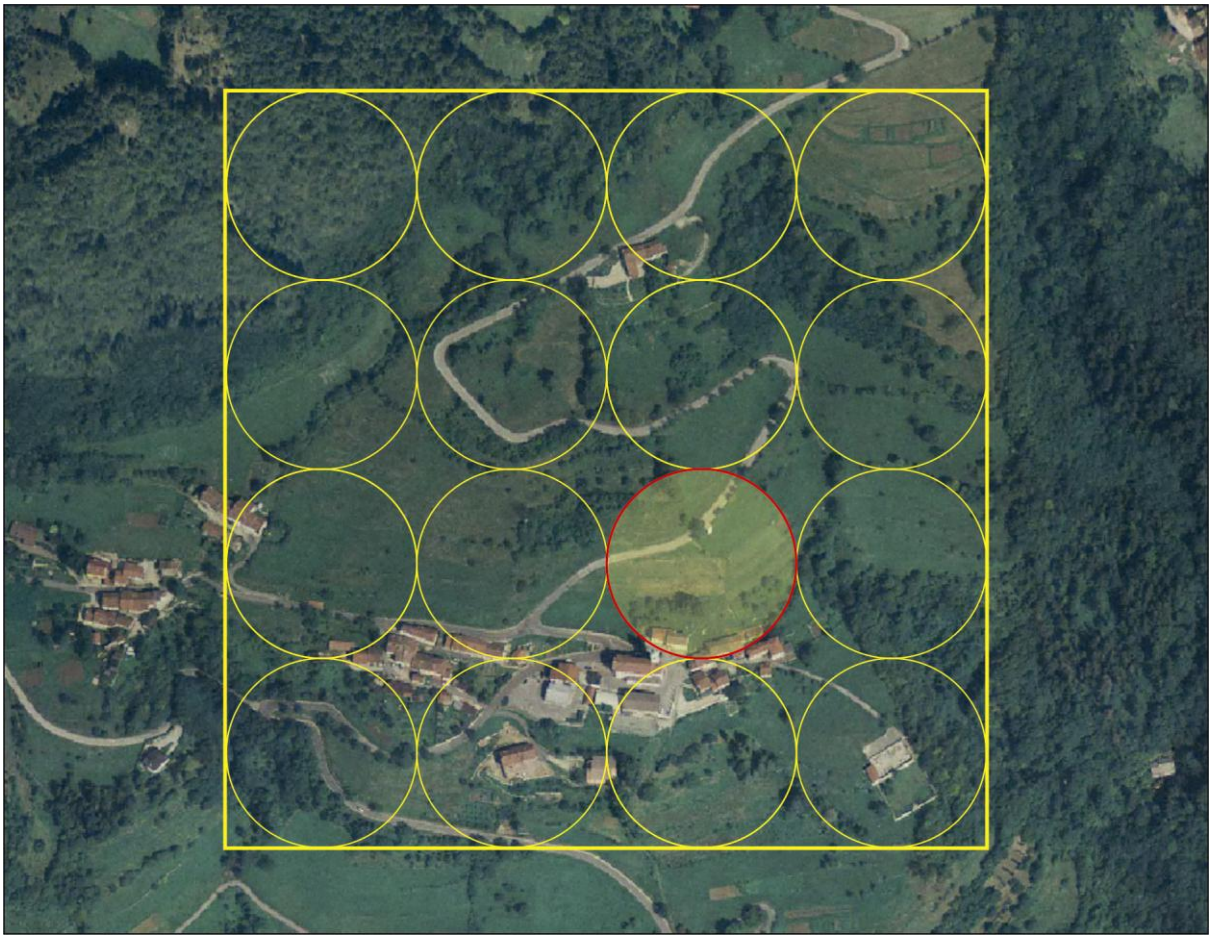
Note:

STAZIONE 8a

UCP 0	UCS 02

FOTO STAZIONE	DESCRIZIONE PERCORSO STRADALE
	Stazione ubicata nelle immediate vicinanze di Santa Caterina di Tretto. Più precisamente si trova circa 300 metri prima dell'abitato, a destra della strada proveniente da Bosco di Tretto.

ESTRATTO DA ORTOFOTO 102080 - REGIONE VENETO



Codice stazione	8a

Codice Forofita	0_02_f1

Dati Stazionali

Data rilievo	03.10.2013		
Ora rilievo	13:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Santa Caterina di Tretto		
Indirizzo	Contrà Fazzi		
Uso del suolo	Agricolo-Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Sud		

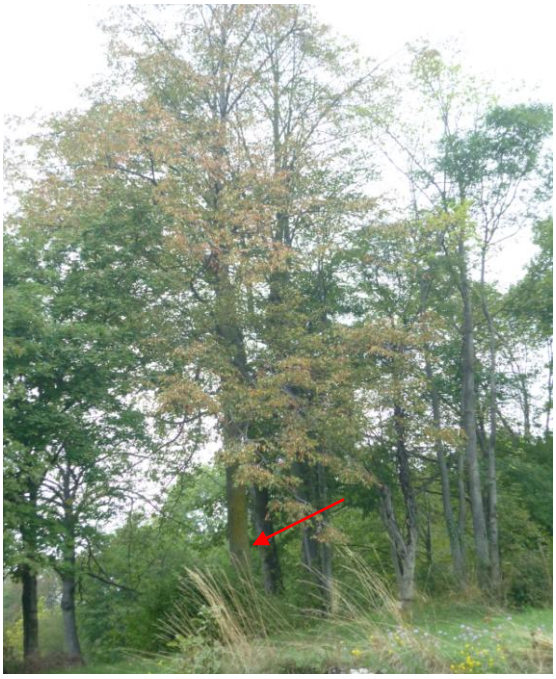
Dati Forofita

Specie	*T. cordata*
Circonferenza del fusto (cm)	120
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	02
Altitudine (m s.l.m.)	735
Coordinata UTM32 Est (m)	1679491
Coordinata UTM32 Nord (m)	5068299
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	10°

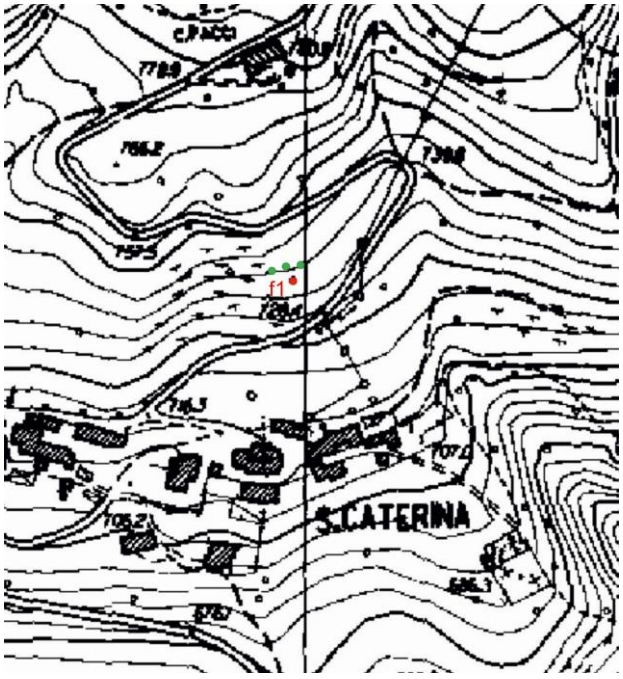
Localizzazione del Forofita nella Stazione

Risalendo il prato f1 è la prima pianta di tiglio che si incontra.

Fotografia del forofita



Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	8a	Codice Forofita	0_02_f2

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	13:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Santa Caterina di Tretto		
Indirizzo	Contrà Fazzi		
Uso del suolo	Agricolo-Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Sud		

Dati Forofita

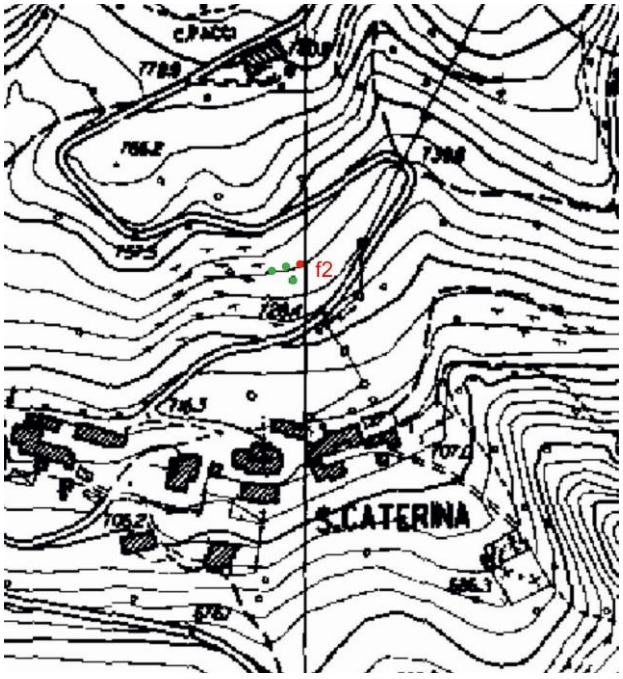
Specie	*T. cordata*
Circonferenza del fusto (cm)	66
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	02
Altitudine (m s.l.m.)	735
Coordinata UTM32 Est (m)	1679492
Coordinata UTM32 Nord (m)	5068303
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	10°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

f2 si trova pochi metri alle spalle di f1.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Codice stazione	8a

Codice Forofita	0_02_f3

Dati Stazionali

Data rilievo	07.11.2013		
Ora rilievo	13:00:00		
Regione	Veneto	***Provincia***	VI
Comune	Schio		
Località	Santa Caterina di Tretto		
Indirizzo	Contrà Fazzi		
Uso del suolo	Agricolo-Forestale		
Tip. orografica	Medio versante		
Esposizione	Sud		

Dati Forofita

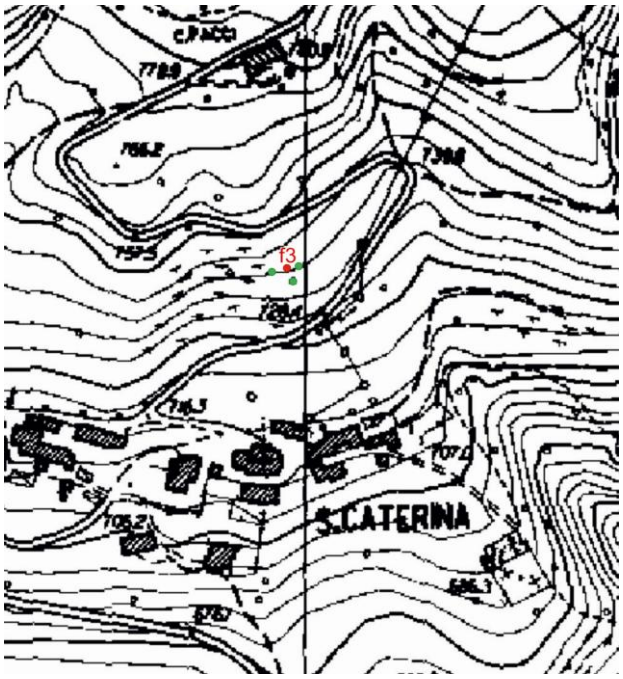
Specie	*T. cordata*
Circonferenza del fusto (cm)	120
Unità di campionamento primaria	0
Unità di campionamento secondaria	02
Altitudine (m s.l.m.)	735
Coordinata UTM32 Est (m)	1679488
Coordinata UTM32 Nord (m)	5068303
Inclinazione del fusto	0°
Inclinazione del piano di campagna	10°

Localizzazione del Forofita nella Stazione

f3 si trova a fianco di f2 spostata di circa quattro metri.

Fotografia del forofita

Carta topografica della stazione



X	**Forofita conforme a norme ANPA**	X	**Nuova stazione**

Note:

Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

ARPAV DIPARTIMENTO REGIONALE LABORATORIO
SERVIZIO PROVINCIALE LARORATORI DI VERONA
- U.O. BIOLOGIA DI BASE
-U.O. CHIMICA DI BASE

PROGETTO DI BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DELL'INCENERITORE DI SCHIO SULL'AREA Z.P.S. IT3210040

ALLEGATO B:

SCHEDE DI CAMPAGNA - BIOINDICAZIONE 2013

RESPONSABILE DEL PROGETTO: **Maria Cristina Mosconi**

COLLABORATORI: **Francesca Da Prà**

Igor Tommasi

Giuseppina Mattiolo

COLLABORATORE ESTERNO: **Giuliano Lazzarin**

Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008

Dipartimento Regionale Laboratori
Direzione: Via Matteotti, 27
35137 Padova Italy
Tel. +39 049 8239302
Sede Operativa: Via Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. +39 045 8016905

Servizio Laboratorio Provinciale di Verona
Via A. Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. +39 045 8016601/03
Fax +39 045 8016600
e-mail: dlvr@arpa.veneto.it

Codice stazione	A1	**Data di rilevazione**	03/10/2013	
Codice UCP	1	**Rilevatore**	Lazzarin G., Mosconi C.	
Codice UCS	21	**Specie dei forofiti**	*Tilia cordata*	

Elenco delle specie	**Codice forofita, esposizione e altezza reticolo**												**Freq.**
	1_21_f1				**1_21_f2**				**1_21_f3**				
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Candelaria concolor	5	5	5	5	5	5		5	5	5	5	5	18,33
Phaeophyscia orbicularis	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	19,67
Physcia adscendens	2			2	4			2					3,33
Xanthoria parietina					1				3	2	1	1	2,67
TOTALI	12	10	9	12	15	10	5	12	13	12	11	11	**BLs**
IBL	43				42				47				**44,0**
N. specie per albero	3				4				3				
N. specie stazione	**4**												

Note:

Codice stazione	2A	**Data di rilevazione**	03/10/2013	
Codice UCP	3	**Rilevatore**	Lazzarin G., Mosconi C.	
Codice UCS	03	**Specie dei forofiti**	*Tilia intermedia*	

Elenco delle specie	**Codice forofita, esposizione e altezza reticolo**												**Freq.**
	3_03_f1				**3_03_f2**				**3_03_f3**				
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	WNW	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Candelaria concolor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20,00
Phaeophyscia orbicularis	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20,00
Punctelia subrudecta										5	1		2,00
Xanthoria parietina				1			1						0,67
TOTALI	10	10	10	11	10	10	11	10	10	15	11	10	**BLs**
IBL	41				41				46				**42,7**
N. specie per albero	3				3				3				
N. specie stazione	**4**												

Note: sul forofita f3 , causa la presenza di muschio sul fusto, il reticolo è statao ruotato dall'esposizione W a quella WNW.

Codice stazione	3A	**Data di rilevazione**	07/11/2013	
Codice UCP	5	**Rilevatore**	Lazzarin G., Mosconi C.	
Codice UCS	11; 23	**Specie dei forofiti**	*Tilia plathyphyllos*	

Elenco delle specie	**Codice forofita, esposizione e altezza reticolo**												**Freq.**
	5_11_f1				**5_23_f1**				**5_23_f2**				
	N	E	S	W	NW	ENE	S	W	N	E	S	WNW	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Candelaria concolor		5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	18,00
Candelariella reflexa					5		5	2		3	2		5,67
Hyperphyscia adglutinata					5			5			2		4,00
Lepraria incana	5	5	5	5									6,67
Normandina pulchella	1	5	1	5	1				4	2		2	7,00
Phaeophyscia orbicularis		2	4	2	3	5	5	2	5	5	5	5	14,33
Punctelia subrudecta											1		0,33
Xanthoria parietina							1						0,33
TOTALI	6	17	15	16	19	10	16	14	14	15	15	12	**BLs**
IBL	54				59				56				**56,3**
N. specie per albero	4				6				6				
N. specie stazione	**8**												

Note: sui forofiti f1 ed f2, dell'UCS 23, causa la presenza di muschio, il reticolo è stato spostato nelle seguenti direzioni: su f1, dall'esposizione N NW, dall'esposizione E a ENE; su f2, dall'esposizione W a WNW.

Codice stazione	4A	Data di rilevazione	07/11/2013
Codice UCP	7	Rilevatore	Lazzarin G., Mosconi C.
Codice UCS	01-12	Specie dei forofiti	*Tilia plathyphyllos*

Elenco delle specie	Codice forofita, esposizione e altezza reticolo												Freq.
	7_01_f1				7_12_f1				7_12_f2				
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Arthonia radiata						5	1	2					2,00
Caloplaca pyracea					1	1		4		4			2,50
Candelaria concolor	5	4	5	4	5	4	5	5	3	5	5	5	18,25
Candelariella reflexa					5			5					2,50
Candelariella xanthostig.						5	1			3	5		3,50
Graphis scripta	1												0,50
Hyperphyscia adglutinata				5					2				3,00
Lecanora argentata		2	1				1						1,75
Lecanora chlarotera				1	3	5	3	5		4	4	3	7,25
Lecanora intumescens						1			1	1		1	1,00
Lecidella elaeochroma		2	5	4	4	5	2	5	1	5	5	4	13,25
Melanelixia subaurifera					3				2		1	1	1,75
Parmelia sulcata								1					0,25
Phaeophyscia hirsuta	5	5	5	4	5	5	5	5		5	5	4	18,00
Pheophyscia orbicularis		3	2	5									5,00
Physcia adscendens	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20,00
Physcia tenella	5		2										3,50
Physconia distorta	2	1	2		1				1		2		3,50
Punctelia subrudecta								1					0,25
Xanthoria parietina	4	4	5	3		5				4	3		11,00
TOTALI	27	26	32	31	32	41	23	38	15	36	35	23	**BLs**
IBL	116				134				109				**118,8**
N. specie per albero	12				16				12				
N. specie stazione	**20**												

Note:

Codice stazione	5A	**Data di rilevazione**	07/11/2013	
Codice UCP	0	**Rilevatore**	Lazzarin G., Mosconi C.	
Codice UCS	41	**Specie dei forofiti**	*Tilia intermedia*	

Elenco delle specie	**Codice forofita, esposizione e altezza reticolo**												**Freq.**
	0_41_f1				**0_41_f2**				**0_41_f3**				
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Candelariella concolor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20,00
Hyperphyscia adglutinata	5	2	5	2	3	2	3	5	3	1	5	3	13,00
Lecanora chlarotera											1		0,33
Lecidella elaeochroma								1			3		1,33
Naetrocymbe punctiformis			1										0,33
Pheophyscia orbicularis	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20,00
Physcia adscendens								1			1		0,67
Punctelia subrudecta	1				1								0,67
Xanthoria parietina				1				4					1,67
TOTALI	16	12	16	13	14	12	13	21	13	11	20	13	**BLs**
IBL	57				60				57				**58,0**
N. specie per albero	6				7				6				
N. specie stazione	**9**												

Note:

Codice stazione	6A	Data di rilevazione	07/11/2013
Codice UCP	0	Rilevatore	Lazzarin G., Mosconi C.
Codice UCS	22	Specie dei forofiti	*Tilia plathyphyllos*

Elenco delle specie	Codice del forofita ed esposizione												Freq.
	0_22_f1				0_22_f2				0_22_f3				
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Arthonia radiata						1							0,33
Caloplaca herbidella									1				0,33
Candelaria concolor	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	19,33
Candelariella reflexa	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	5		17,33
Candelariella xanthostig.						4	1	1	4	4		2	5,33
Flavoparmelia caperata											1	1	0,67
Hyperphyscia adglutinata	5	3	5	4	5	4	5	3	5		5	5	16,33
Lecanora argentata	1				1	2	1						1,67
Lecanora carpinea			1					1					0,67
Lecanora chlarotera	5	2	2	3	1		3	3	5	4		2	10,00
Lecidella elaeochroma	5	5	5	5	3	5	3	5	5	4	4	3	17,33
Lepraria incana												1	0,33
Melanelixia subaurifera			4	3									2,33
Melanohalea exasperatula	2				4			2	3	1			4,00
Naetrocymbe punctiformis						1						1	0,67
Normandina pulchella								1		1			0,67
Parmelia sulcata								1					0,33
Parmelina tiliacea									3	5			2,67
Pertusaria albescens											3		1,00
Phaeophyscia orbicularis	1	4	4		3		4			2	1	2	7,00
Physcia adscendens									1		3		1,33
Physcia tenella	2					3	1	2	5	3			5,33
Punctelia subrudecta			1				2			1	1		1,67
Rinodina exigua								1					0,33
Scoliciosporum umbrinum								2					0,67
TOTALI	31	22	32	23	27	30	30	32	41	35	28	22	**BLs**
IBL	108				119				126				**117,7**
N. specie per albero	12				18				18				
N. specie stazione	**25**												

Note:

Codice stazione	7A	**Data di rilevazione**	07/11/2013	
Codice UCP	3	**Rilevatore**	Lazzarin G., Mosconi C.	
Codice UCS	43	**Specie dei forofiti**	*Tilia plathyphyllos*	

Elenco delle specie	**Codice forofita, esposizione e altezza reticolo**												**Freq.**
	3_43_f1				**3_43_f2**				**3_43_f3**				
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Arthonia radiata								2					0,67
Caloplaca ferruginea				1					1	1		1	1,33
Candelaria concolor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20,00
Candelariella reflexa				2									0,67
Hypogymnia physodes					1								0,33
Lecanora carpinea					2	2		2					2,00
Lecanora chlarotera				5	5	5		5	2	5		2	9,67
Lecidella elaeochroma	3	2			5	5		5	4	5	2	2	11,00
Lepraria incana	2												0,67
Melanohalea exasperatula	5	5		5	4	1		5	4	5		1	11,67
Normandina pulchella	3												1,00
Parmelia sulcata				1	1			2				1	1,67
Parmelina tiliacea				4	1			3	2	4	5	5	8,00
Pertusaria albescens				3							2		1,67
Physcia adscendens				2	1			5	5	3		2	6,00
Physcia aipolia		1							2				1,00
Phaeophyscia hirsuta			5										1,67
Phaeophyscia nigrescens			1										0,33
Phaeophyscia orbicularis		5				5	5	3		3	5		8,67
Physconia distorta		5											1,67
Punctelia subrudecta									5				1,67
Ramalina fastigiata												1	0,33
Xanthoria fallax		1	5				1		1		5		4,33
TOTALI	18	24	16	28	25	23	11	37	31	31	24	20	**BLs**
IBL	86				96				106				**96,0**
N. specie per albero	18				12				14				
N. specie stazione	**23**												

Note: trattandosi di una ceppaia con ben nove grossi polloni, i rilievi per ciscun forofita sono stati eseguiti in tre direzioni, mentre la quarta direzione è stata rilevata sul pollone situasto in posizione diametralmente opposta.

Codice stazione	8A	**Data di rilevazione**	03/10/2013
Codice UCP	0	**Rilevatore**	Lazzarin G., Mosconi C.
Codice UCS	02	**Specie dei forofiti**	*Tilia cordata*

Elenco delle specie	**Codice forofita, esposizione e altezza reticolo**												**Freq.**
	3_43_f1				**3_43_f2**				**3_43_f3**				
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Candelaria concolor	5	5	5	5	5	5		5	5	3	5	5	17,67
Candelariella reflexa	5	5		5	5	3	2	5	5	5	5	5	16,67
Hyperphyscia adglutinata	5	5	5	5	2	1		5	2				10,00
Lecanora chlarotera	3	2	1	2	3	5		2		1			6,33
Lecanora intumescens	2	1			3	2		2	1				3,67
Lecidella elaeochroma	5	5	1		5	5	3	4	5	5			12,67
Naetrocymbe punctiformis						5	5						3,33
Phaeophyscia orbicularis	5	5	5	5	5	4	2	5	5	5	5	5	18,67
Physcia adscendens								1		5			2,00
Physcia tenella	2												0,67
TOTALI	32	28	17	22	28	30	12	29	23	24	15	15	**BLs**
IBL	99				99				77				**91,7**
N. specie per albero	8				9				8				
N. specie stazione	**10**												

Note: sul forofita f3, in direzione Sud, il reticolo è stato abbassato a 75 cm dal piano di campagna a causa della pendenza del terreno. Sul medesimo forofita, risultando costituito da due grossi polloni, per il rilievo è stato utilizzato quello più grosso. In direzione Est, essendo il fusto addossato al pollone parallelo, il rilievo è stato eseguito sul pollone affiancato.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

ARPAV DIPARTIMENTO REGIONALE LABORATORIO
SERVIZIO PROVINCIALE LABORATORI DI VERONA
- **U. O. BIOLOGIA DI BASE**
- **U. O. CHIMICA DI BASE**

PROGETTO DI BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DELL'INCENERITORE DI SCHIO SULL'AREA SIC IT3210040

ALLEGATO C:

SCHEDE STAZIONI DI BIOACCUMULO

RESPONSABILE DEL PROGETTO: **Maria Cristina Mosconi**

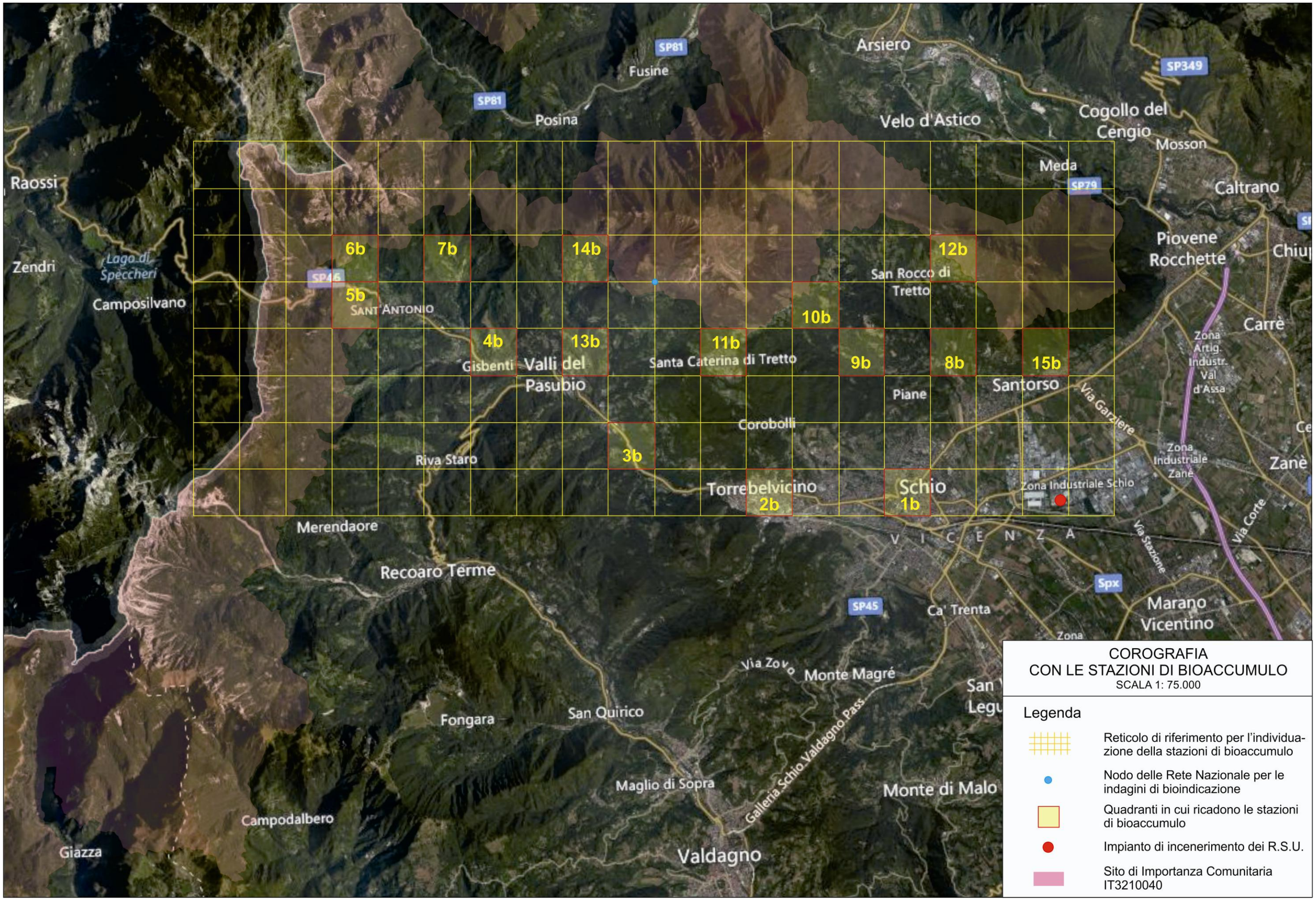
COLLABORATORI: **Francesca Da Pra'**
Igor Tommasi
Giuseppina Mattiolo

COLLABORATORE ESTERNO: **Giuliano Lazzarin**

Sistema di gestione certificato
UNI EN ISO 9001:2008

Dipartimento Regionale Laboratori
Direzione: Via Matteotti, 27
35137 Padova Italy
Tel. +39 049 8239302
Sede Operativa: Via Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. +39 045 8016905
Fax +39 045 8016698

Servizio Laboratorio Provinciale di Verona
Via A. Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. +39 045 8016601/03
Fax +39 045 8016600
e-mail: dlvr@arpa.veneto.it



COROGRAFIA
CON LE STAZIONI DI BIOACCUMULO
SCALA 1: 75.000

Legenda

- Reticolo di riferimento per l'individuazione della stazioni di bioaccumulo
- Nodo delle Rete Nazionale per le indagini di bioindicazione
- Quadranti in cui ricadono le stazioni di bioaccumulo
- Impianto di incenerimento dei R.S.U.
- Sito di Importanza Comunitaria IT3210040

Codice stazione:	**01b**	**Codice UCP:**	**0**	**Codice UCS:**	**42**
Data di raccolta:	24/01/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

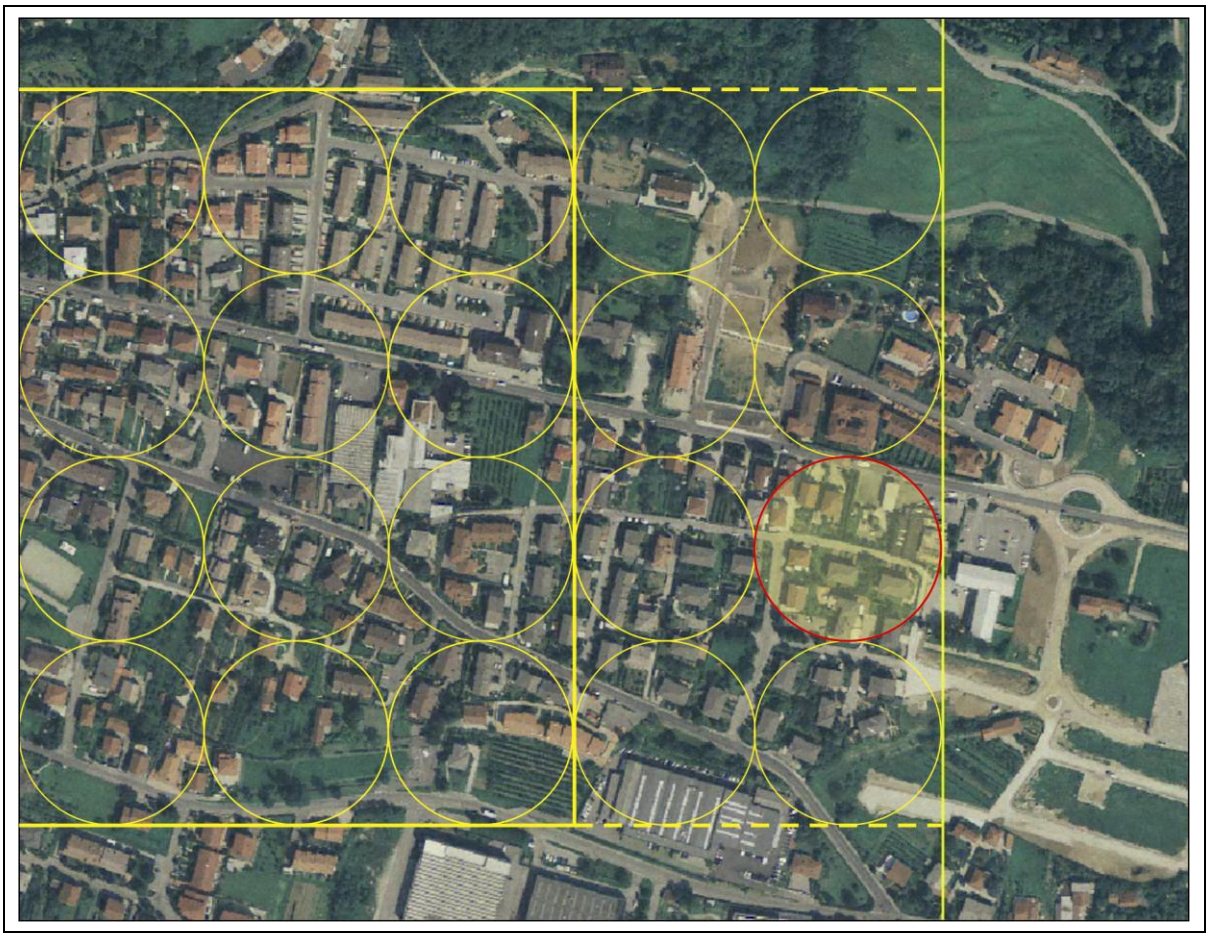
Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Fraxinus excelsior*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	30 – 35 cm
Comune	Schio		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0-1,5 m
Località	Castello		**Esposizione prevalente**	Nord
Indirizzo	Via della Valletta		**Diametro medio dei talli**	8 – 10 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5065516	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1683365		
	Alt. m s.l.m.	200		
Uso del suolo	Residenziale		**Danneggiamenti**	Rari

Note:	Parco Pubblico

Codice stazione:	**02b**	**Codice UCP:**	**3**	**Codice UCS:**	**03**
Data di raccolta:	24/01/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Tilia* x *vulgaris*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	35 cm
Comune	Torrebelvicino		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0-1,5 m
Località	Torrebelvicino		**Esposizione prevalente**	Nord - Est
Indirizzo	Via Treviso		**Diametro medio dei talli**	8 – 10 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5065203	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1680845		
	Alt. m s.l.m.	244		
Uso del suolo	Residenziale		**Danneggiamenti**	Rari

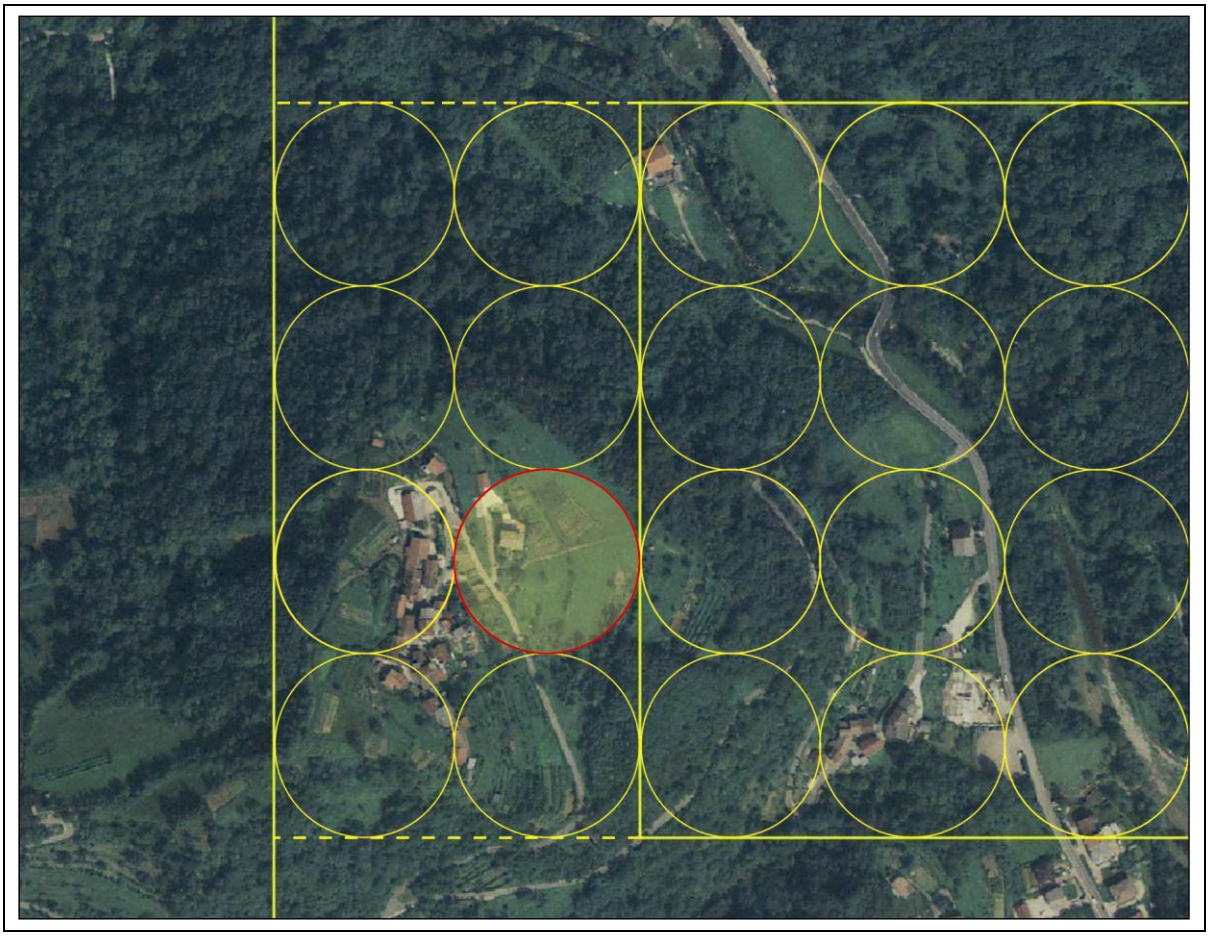
Note:	I forofiti si trovano lungo il perimetro di un parcheggio.



Codice stazione:	**03b**	**Codice UCP:**	**7**	**Codice UCS:**	**23**
Data di raccolta:	24/01/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Prunus sps*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	15 - 25 cm
Comune	Torrebelvicino		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0-1,5 m
Località	Cavion		**Esposizione prevalente**	In tutte
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	3 – 5 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5066194	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1677181		
	Alt. m s.l.m.	410		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Nessuno

Note:	si segnala la presenza di viti sparse nelle vicinanze.



Codice stazione:	04b	Codice UCP:	1	Codice UCS:	02
Data di raccolta:	24/01/13	Operatore:	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Malus domestica*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	15 - 20 cm
Comune	Valli del Pasubio		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0 - 1,5 m
Località	Costapiana di Sotto		**Esposizione prevalente**	Tutte
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	6 – 10 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5068760	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1674489		
	Alt. m s.l.m.	570		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Nessuno

Note:	

Codice stazione:	**05b**	**Codice UCP:**	**0**	**Codice UCS:**	**11**
Data di raccolta:	04/02/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Prunus avium*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	70– 100 cm
Comune	Valli del Pasubio		**Altezza min. e max dal suolo**	1.5 – 2.0 m
Località	Forte Maso		**Esposizione prevalente**	Tutte
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	4 - 6 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5069512	**Numero di talli raccolti**	10
	UTM Est	1671657		
	Alt. m s.l.m.	750		
Uso del suolo	Silvo-pastorale		**Danneggiamenti**	Nessuno

Note:	

Codice stazione:	06b	Codice UCP:	0	Codice UCS:	31
Data di raccolta:	04/02/13	Operatore:	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

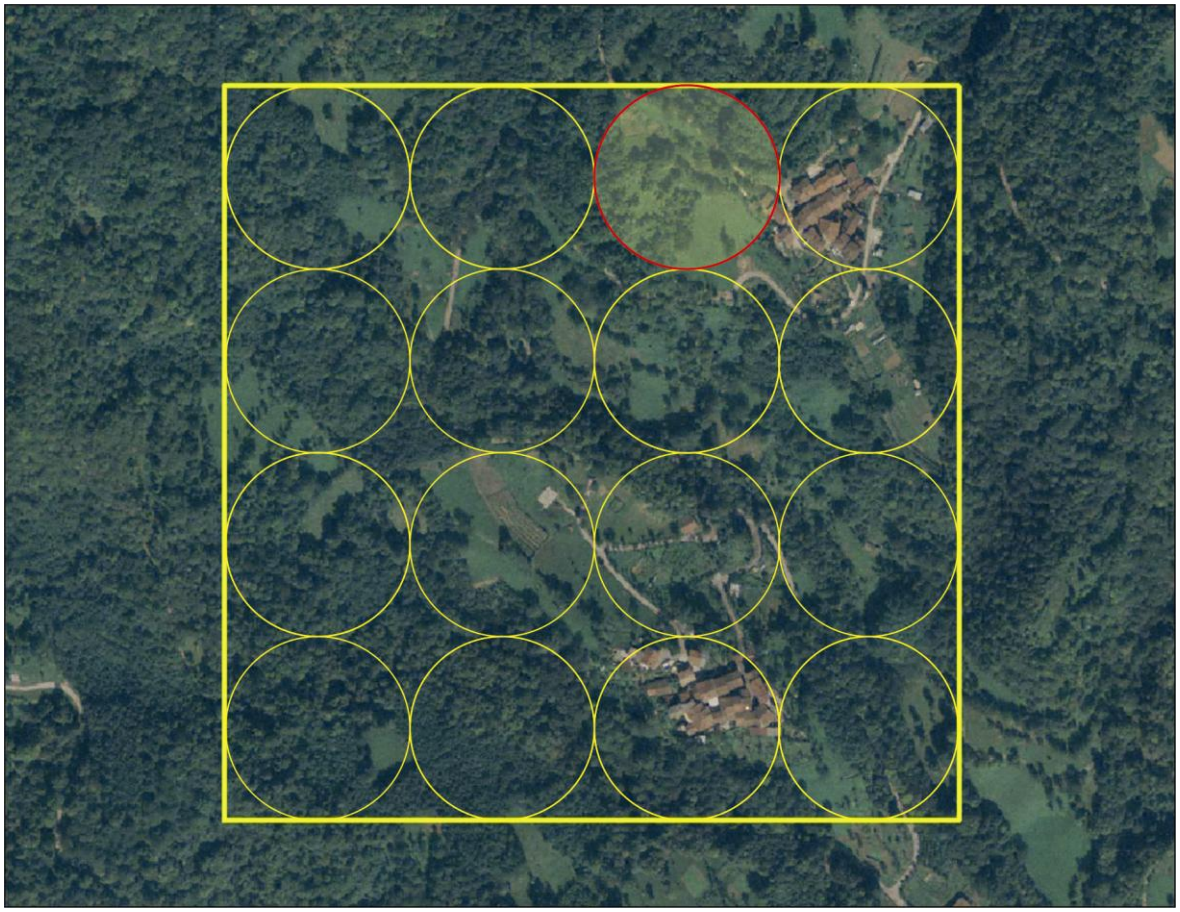
Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** Ostrya carpinifolia	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	15-20 cm
Comune	Valli del Pasubio		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0 – 1,5 m
Località	Ponte Verde		**Esposizione prevalente**	Tutte
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	4 - 6 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5070175	**Numero di talli raccolti**	5
	UTM Est	1671246		
	Alt. m s.l.m.	950		
Uso del suolo	Silvo-pastorale		**Danneggiamenti**	Nessuno

Note:	

Codice stazione:	**07b**	**Codice UCP:**	**0**	**Codice UCS:**	**12**
Data di raccolta:	04/02/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Prunus avium*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	25 – 30 cm
Comune	Valli del Pasubio		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0 – 1,5 m
Località	Cicchelleri		**Esposizione prevalente**	Tutte
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	1 – 3 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5070512	**Numero di talli raccolti**	10
	UTM Est	1673548		
	Alt. m s.l.m.	700		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Nessuno

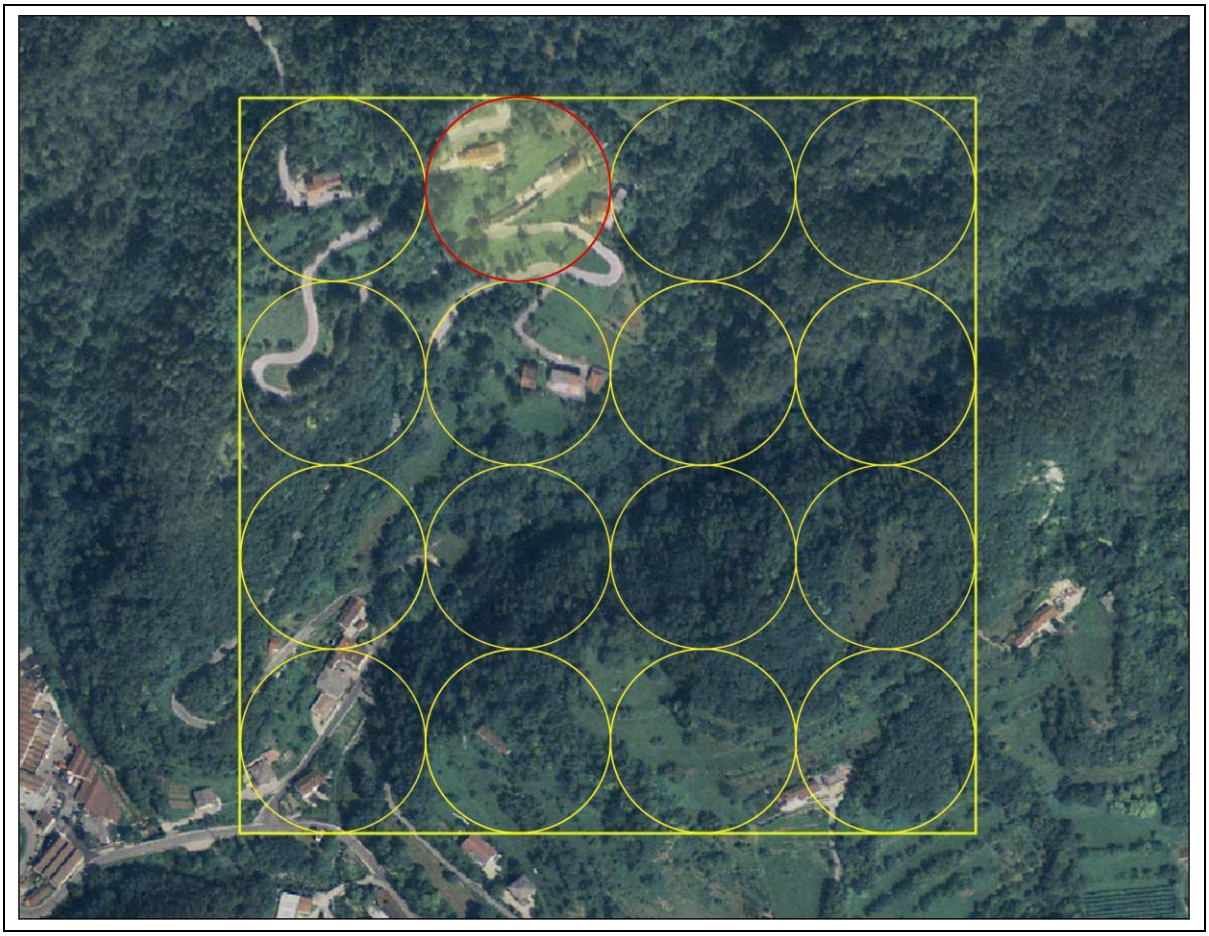
Note:	



Codice stazione:	**08b**	**Codice UCP:**	**0**	**Codice UCS:**	**42**
Data di raccolta:	24/01/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Prunus spp.*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	25 cm
Comune	Santorso		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0 – 1,5 m
Località	Contrada Molin		**Esposizione prevalente**	Tutte
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	8 – 10 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5068477	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1684353		
	Alt. m s.l.m.	360		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Nessuno

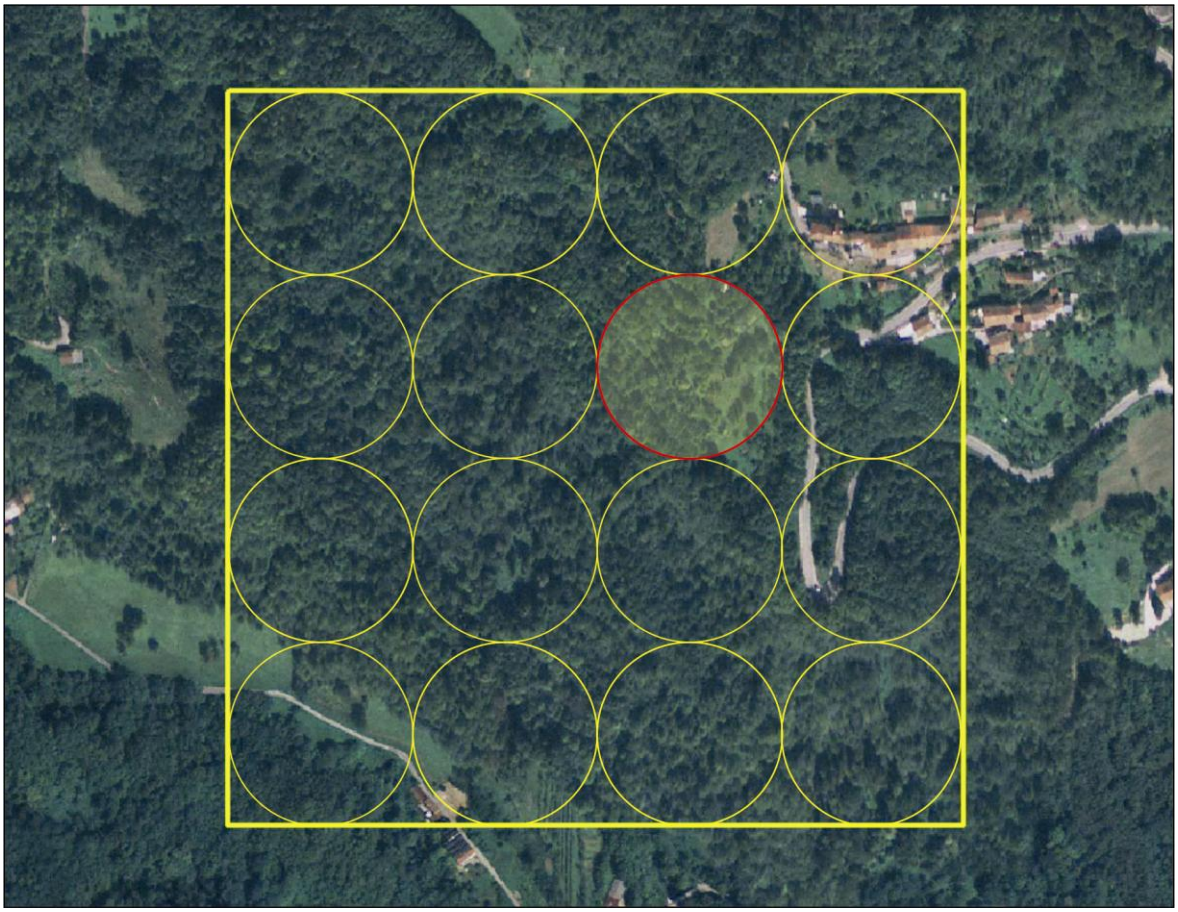
Note:	



Codice stazione:	**09b**	**Codice UCP:**	**0**	**Codice UCS:**	**01**
Data di raccolta:	31/01/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Prunus avium*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	20 cm
Comune	Schio		**Altezza min. e max dal suolo**	1,00 – 1,50 m
Località	Sant'Ulderico di Tretto		**Esposizione prevalente**	Tutte
Indirizzo	Contrada Nogare		**Diametro medio dei talli**	3 – 5 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5068371	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1682539		
	Alt. m s.l.m.	540		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Nessuno

Note:	Alberi di ciliegio in un prato arborato



Codice stazione:	10b	Codice UCP:	2	Codice UCS:	31
Data di raccolta:	31/01/13	Operatore:	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

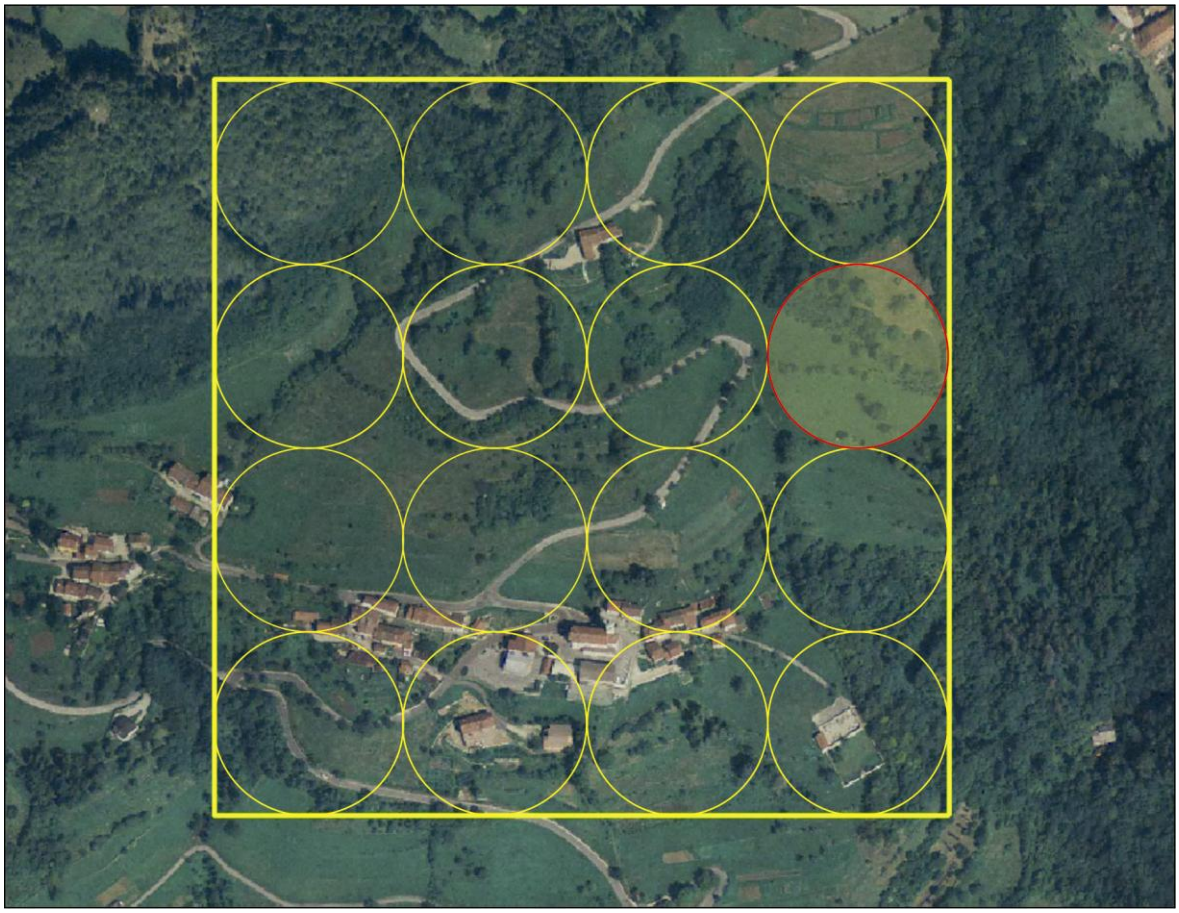
Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Alnus incana – Tilia platyphyllos*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	35 -50 cm
Comune	Schio		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0 – 1,5 m
Località	Bosco del Tretto		**Esposizione prevalente**	N - W
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	3 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5069775	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1681882		
	Alt. m s.l.m.	770		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Danni da lumache

Note:	

Codice stazione:	**11b**	**Codice UCP:**	**0**	**Codice UCS:**	**13**
Data di raccolta:	31/01/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti: *Prunus cerasifera***	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	10 – 35 cm
Comune	Schio		**Altezza min. e max dal suolo**	0,7 – 2,0 m
Località	Santa Caterina di Tretto		**Esposizione prevalente**	S - W
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	5 - 10 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5068344	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1679653		
	Alt. m s.l.m.	730		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Danni da lumache

Note:	



Codice stazione:	**12b**	**Codice UCP:**	**7**	**Codice UCS:**	**22**
Data di raccolta:	31/01/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott. ssa C. Mosconi		

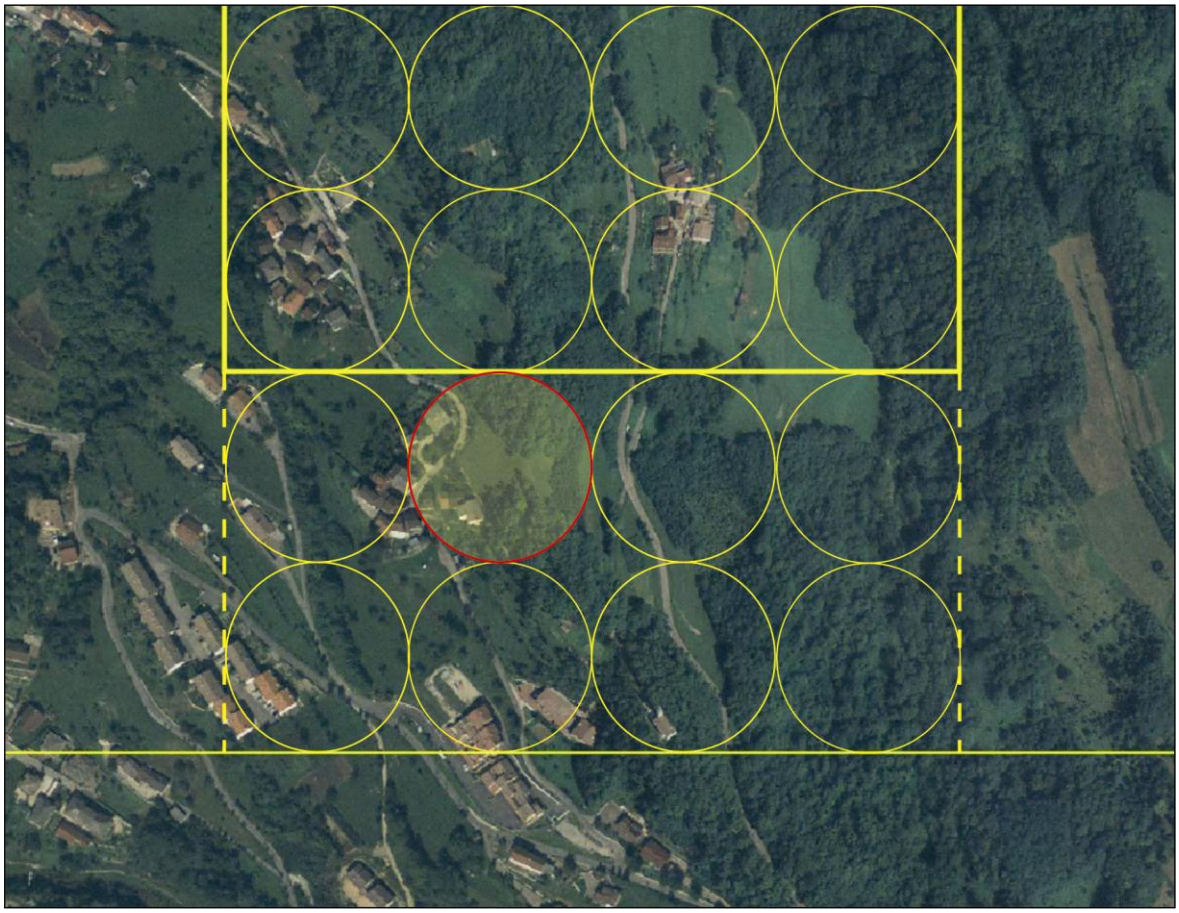
Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Prunus avium*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	20 – 30 cm
Comune	Schio		**Altezza min. e max dal suolo**	1.0 – 1.5 m
Località	San Rocco di Tretto		**Esposizione prevalente**	N
Indirizzo	Contrada Casali		**Diametro medio dei talli**	5 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5070121	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1683992		
	Alt. m s.l.m.	690		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Nessuno

Note:	Si segnala la presenza di viti nelle immediate vicinanze.

Codice stazione:	**13b**	**Codice UCP:**	**5**	**Codice UCS:**	**42**
Data di raccolta:	04/02/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott.ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Prunus avium*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	35 - 40 cm
Comune	Valli del Pasubio		**Altezza min. e max dal suolo**	1.0 -1.5 m
Località	Contrada Tomasi		**Esposizione prevalente**	N – E - W
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	5 – 6cm
Coordinate	**UTM Nord**	5067964	**Numero di talli raccolti**	10
	UTM Est	1676346		
	Alt. m s.l.m.	470		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Rari

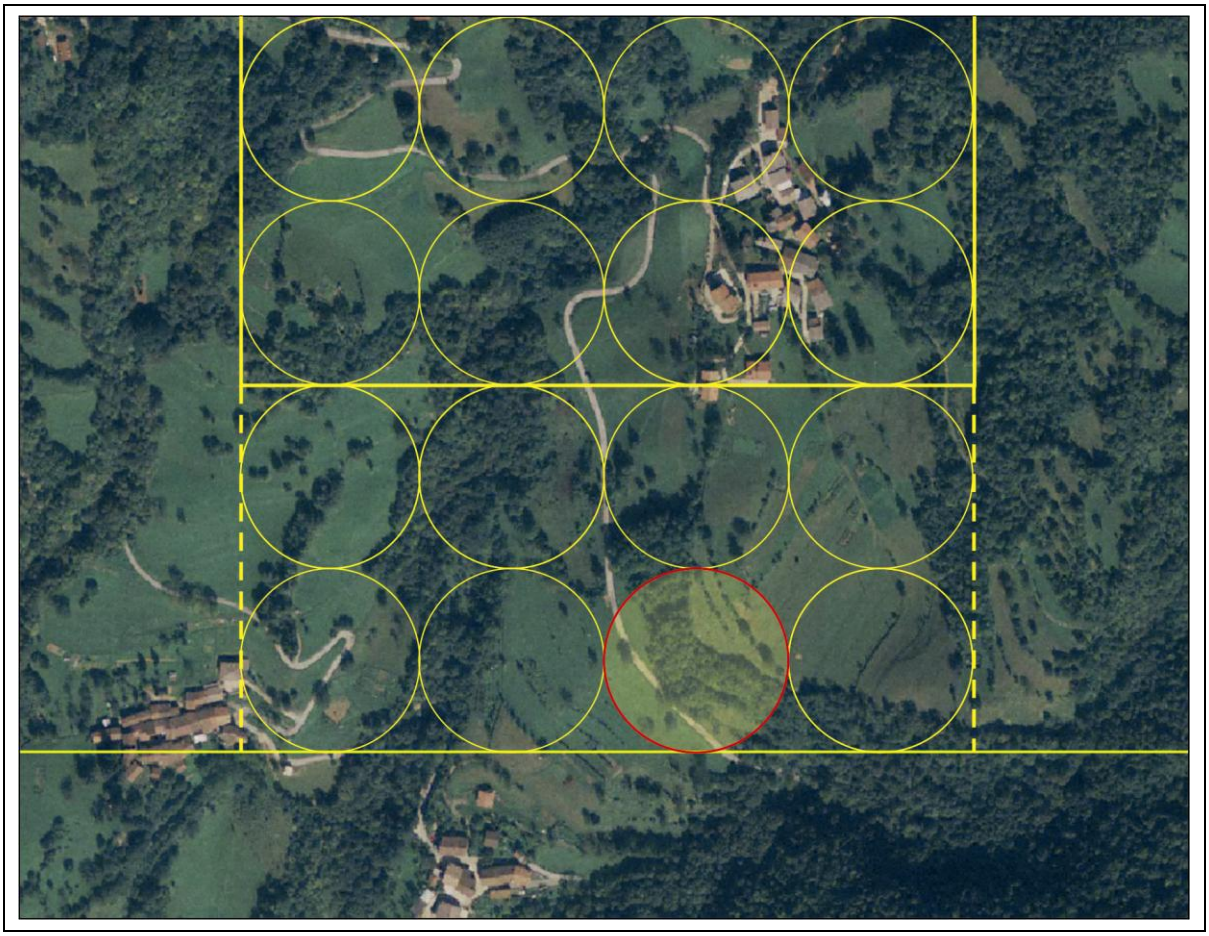
Note:	



Codice stazione:	**14b**	**Codice UCP:**	**5**	**Codice UCS:**	**01**
Data di raccolta:	04/02/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott.ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Prunus avium*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	30 - 35 cm
Comune	Valli del Pasubio		**Altezza min. e max dal suolo**	1.0 – 1.5 m
Località	Contrada Pozza		**Esposizione prevalente**	N – W - S
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	8 - 10 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5069835	**Numero di talli raccolti**	10
	UTM Est	1676481		
	Alt. m s.l.m.	690		
Uso del suolo	Silvo pastorale		**Danneggiamenti**	Nessuno

Note:	



Codice stazione:	**15b**	**Codice UCP:**	**0**	**Codice UCS:**	**33**
Data di raccolta:	31/01/13	**Operatore:**	dott. G. Lazzarin – dott.ssa C. Mosconi		

Regione	Veneto		**Specie dei forofiti:** *Quercus pubescens*	
Provincia	Vicenza		**Diametro min. e max dei fusti**	20 -30 cm
Comune	Santorso		**Altezza min. e max dal suolo**	1,0 – 1.5 m
Località	Roagna		**Esposizione prevalente**	S
Indirizzo	-----		**Diametro medio dei talli**	3 – 5 cm
Coordinate	**UTM Nord**	5068276	**Numero di talli raccolti**	Oltre 10
	UTM Est	1686260		
	Alt. m s.l.m.	450		
Uso del suolo	Agricolo		**Danneggiamenti**	Presenti

Note:	Si segnala la presenza di alberi da frutto nelle vicinanze.