



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA**  
**DIPARTIMENTO DI SCIENZE AMBIENTALI**  
*"G. SARFATTI"*

**BIOMONITORAGGIO  
DELLA QUALITÀ DELL'ARIA  
TRAMITE LICHENI EPIFITI  
NEL TERRITORIO INTERESSATO DALLA  
CENTRALE TURBOGAS  
PRESSO LO ZUCCHERIFICIO SADAM  
(COMUNE DI JESI)**

**GRUPPO DI RICERCA**

- **Dr. Stefano Loppi** (*responsabile scientifico*)
- Dr. ssa Luisa Frati
- Dr. Giorgio Brunialti
- Dr.ssa Silvana Munzi

*Siena, Agosto 2008*

# SOMMARIO

1. SCOPO DELL'INDAGINE.....	3
2. AREA DI STUDIO .....	4
3. MATERIALI E METODI.....	5
3.1 BIOINDICAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA .....	5
3.1.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO .....	5
3.1.2 SCELTA DEGLI ALBERI DA CAMPIONARE.....	7
3.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA .....	7
3.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO .....	7
3.2.2 RACCOLTA, PREPARAZIONE ED ESPOSIZIONE DEI CAMPIONI PER L'INDAGINE DI BIOACCUMULO .....	9
3.2.3 ANALISI DEI CAMPIONI TRAPIANTATI.....	10
4. RISULTATI E DISCUSSIONE .....	11
4.1 ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ LICHENICA.....	11
4.1.1. CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI .....	28
4.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA .....	52
4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI .....	64
4.2.2 COMMENTO AI RISULTATI DI BIOACCUMULO .....	74
5. CONCLUSIONI .....	78
6. BIBLIOGRAFIA .....	80

# 1. SCOPO DELL'INDAGINE

Lo scopo della presente indagine è stato quello di valutare l'impatto ambientale della messa in funzione della centrale turbogas di Jesi attraverso uno studio di biomonitoraggio tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale in oggetto.

Come da accordi con il Comune di Jesi, si tratta dell'ottava di una serie di campagne di rilevamento annuali volte a misurare eventuali cambiamenti della qualità ambientale nell'area in esame, conseguenti alla messa in funzione della centrale.

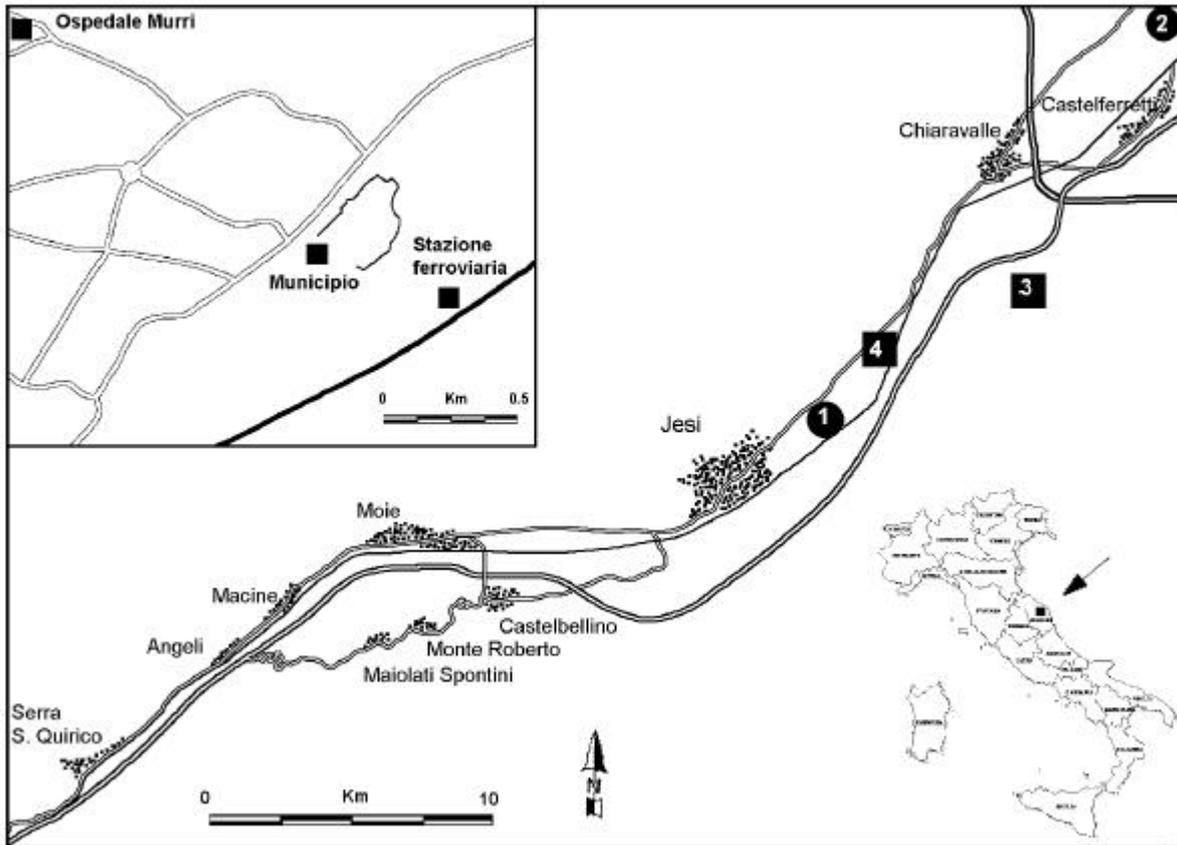
Ogni anno, lo studio si svolge in due direzioni complementari: la determinazione dell'Indice di Diversità Lichenica (IDL), per avere un quadro globale della situazione atmosferica dell'area indagata, e la raccolta di dati di bioaccumulo, per determinare la diffusione e la ricaduta degli elementi in traccia.

L'indagine è consistita nelle seguenti attività:

- determinazione dell'IDL in 27 stazioni;
- realizzazione di una mappa della qualità dell'aria;
- confronto dei dati raccolti nella presente indagine con quelli degli studi analoghi effettuati nella stessa area nei sette anni precedenti (2001-2007);
- esposizione di trapianti di talli lichenici in 10 stazioni;
- preparazione dei campioni esposti per le determinazioni analitiche e analisi del contenuto di elementi in traccia;
- realizzazione di mappe di deposizione dei vari elementi in traccia;
- interpretazione del fenomeno;
- confronto dei dati raccolti nella presente indagine di bioaccumulo con quelli delle campagne dei sei anni precedenti.

## 2. AREA DI STUDIO

Per tutte le informazioni relative all'area di studio (Fig. 2.1) si rimanda alla relazione del 2001.



**Figura 2.1** – Area di studio. Nel riquadro in alto a sinistra è riportato un ingrandimento dell'area urbana di Jesi. 1 = centro industriale di Jesi, 2 = raffineria API, 3 = centrale ENEL, 4 = centrale turbogas.

## 3. MATERIALI E METODI

### 3.1 BIOINDICAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Anche per quest'anno, l'attività è consistita nel monitoraggio delle stazioni esaminate negli anni precedenti.

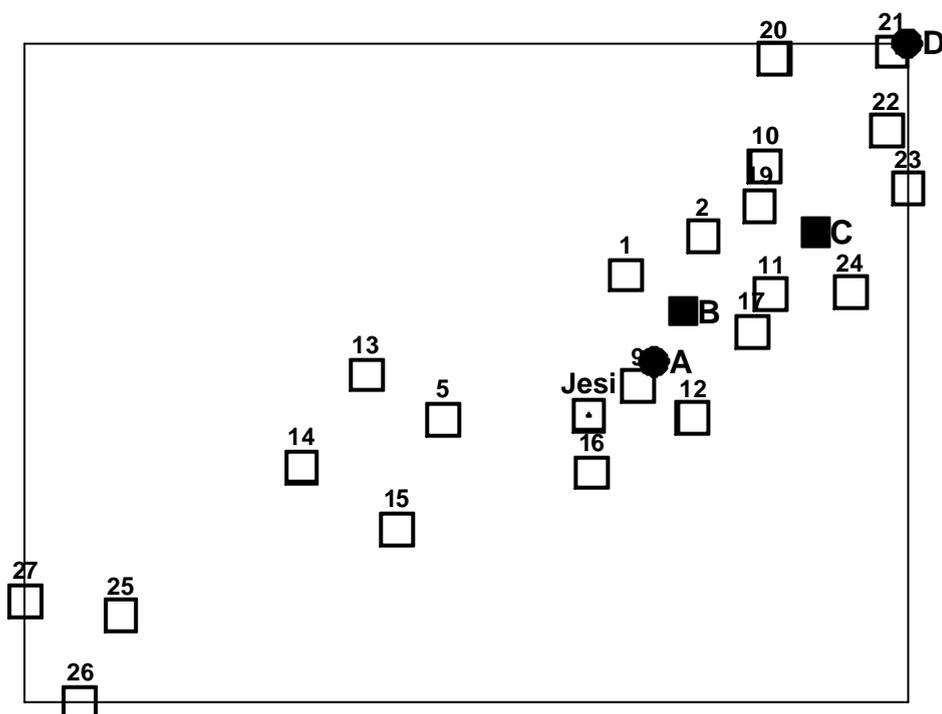
#### 3.1.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

Per i criteri di scelta delle stazioni di campionamento si fa riferimento alla relazione del 2001. Di seguito viene riportato l'elenco di tutte le stazioni di rilevamento: per ognuna, fra parentesi, è indicata l'altitudine.

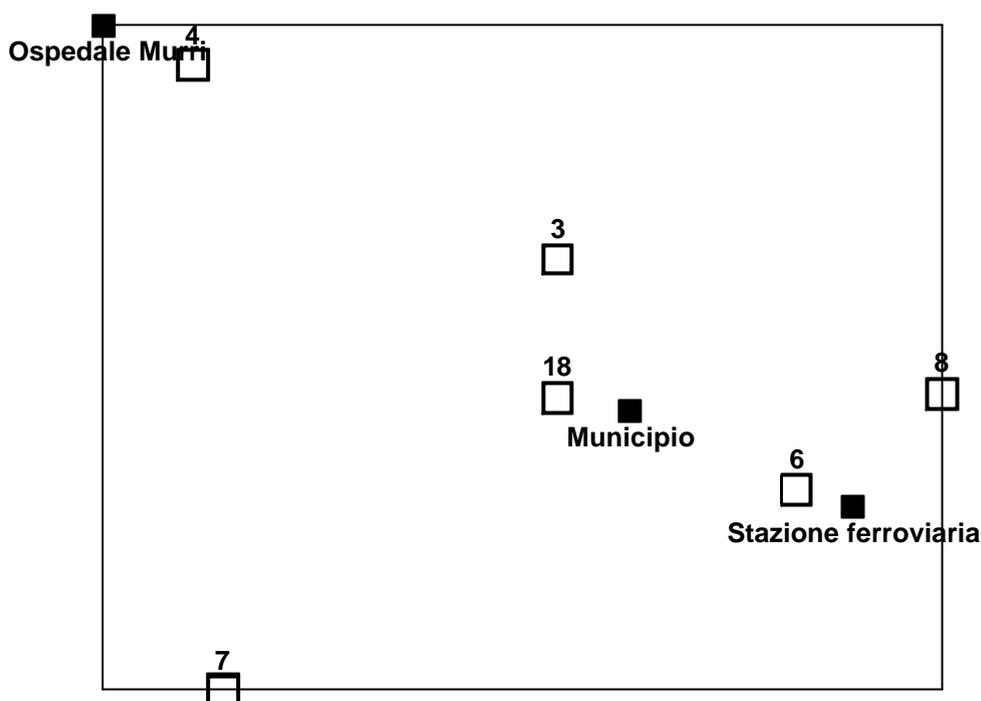
1. **Monsano** loc. S. Maria c/o la chiesa (100 m)
2. **Monsano** loc. Selvatorita via Breccia III (50 m)
3. **Jesi** via S. Pietro Martire (Scuola Materna *Casa dei Bambini*) (95 m)
4. **Jesi** via dei Colli (incrocio con via Forlanini) (130 m)
5. **Jesi** loc. Colle Bellombra (190 m)
6. **Jesi** viale Trieste (95 m)
7. **Jesi** via Ragazzi del '99 (100 m)
8. **Jesi** via Cascamificio (70 m)
9. **Jesi** via G. Latini (60 m)
10. **Chiaravalle** Parco I Maggio (25 m)
11. **Agugliano** loc. La Chiusa ( 35 m)
12. **Jesi** loc. Mazzangrugno (175 m)
13. **Moie** c/o la chiesa del Puzzo (235 m)
14. **Moie** via Torrette (125 m)
15. **Monte Roberto** loc. Pianello c/o il parco della *Scuola Salvati* (190 m)
16. **Jesi** loc. Pian del Medico, c/o *Cooperativa Agricola Val di Cesola* (75 m)
17. **Jesi** loc. Mazzangrugno (70 m)
18. **Jesi** viale della Vittoria (80 m)
19. **Jesi** loc. Aia Murata (30 m)
20. **Montemarciano** loc. Gabella via Romeo (20 m)
21. **Falconara Marittima** loc. Fiumesino SS 76 km 77,8 (10 m)
22. **Falconara Marittima** loc. Castelferretti via 14 Luglio (20 m )

- 23. **Falconara Marittima** loc. Castelferretti c/o il cimitero di S. Maria della Misericordia (100 m)
- 24. **Agugliano** c/o C. Paglialunga (100m)
- 25. **Serra S. Quirico** borgo Stazione via Forchiusa (255 m)
- 26. **Serra S. Quirico** strada per S. Elia c/o deposito Sassi Rossi (235 m)
- 27. **Serra S. Quirico** loc. Trivio (460 m)

La distribuzione delle stazioni di campionamento all'interno dell'area di studio è mostrata nelle figure 3.1 e 3.2.



**Figura 3.1** – Dislocazione delle stazioni di campionamento nell'area di studio. Le 6 stazioni nella città di Jesi sono rappresentate da un solo quadrato. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.



*Figura 3.2 – Dislocazione delle stazioni di campionamento all'interno dell'area urbana di Jesi.*

### 3.1.2 SCELTA DEGLI ALBERI DA CAMPIONARE

Il campionamento è stato effettuato nella settimana compresa fra il 3 e il 6 Dicembre 2007. In tutte le stazioni sono stati rilevati gli stessi alberi della campagna precedente.

Per quanto riguarda il metodo di campionamento utilizzato e la determinazione delle specie si rimanda alla relazione del 2001.

## 3.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA

### 3.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

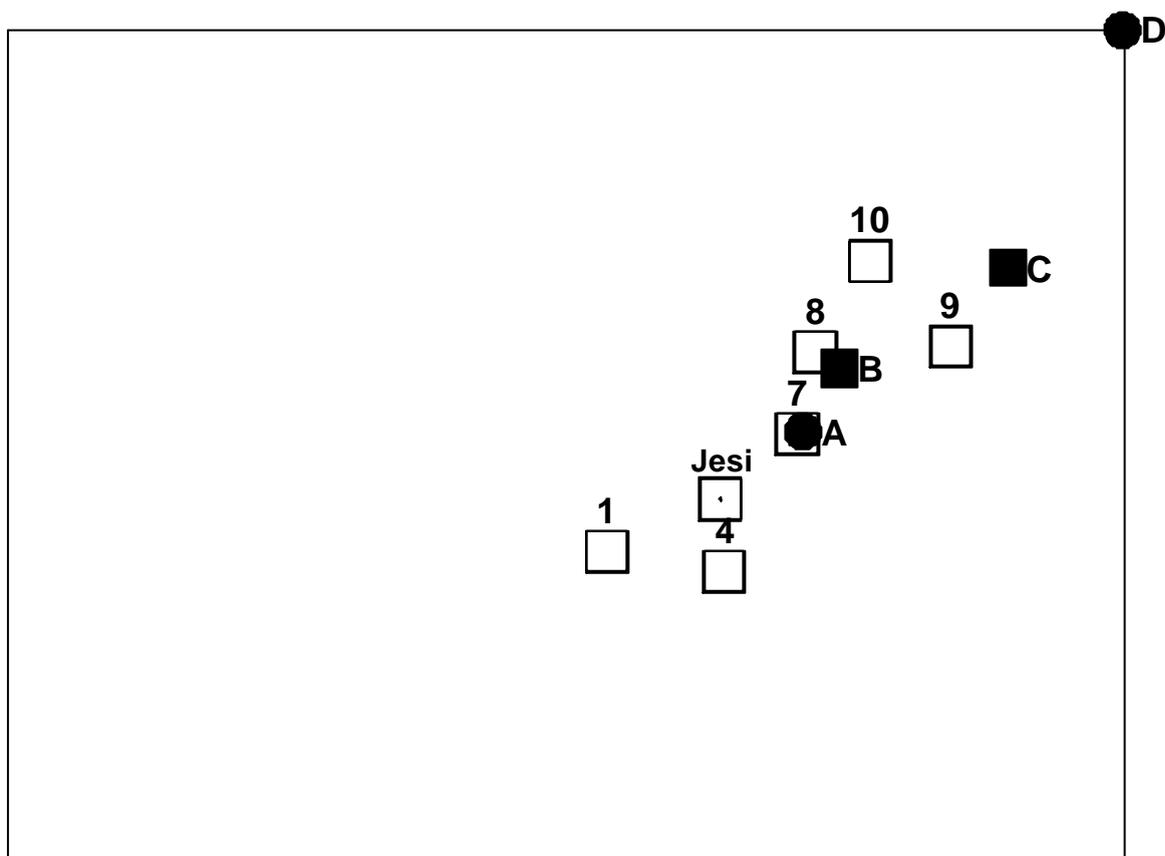
Di seguito viene riportato l'elenco delle 10 stazioni scelte dal Comune di Jesi per la collocazione dei trapianti:

1. **Jesi** Azienda Vinicola Jesi Ovest
2. **Jesi** loc. Murri
3. **Jesi** via Ragazzi del '99
4. **Jesi** loc. Pian del Medico, c/o Cooperativa Agricola Val di Cesola
5. **Jesi** Negromanti

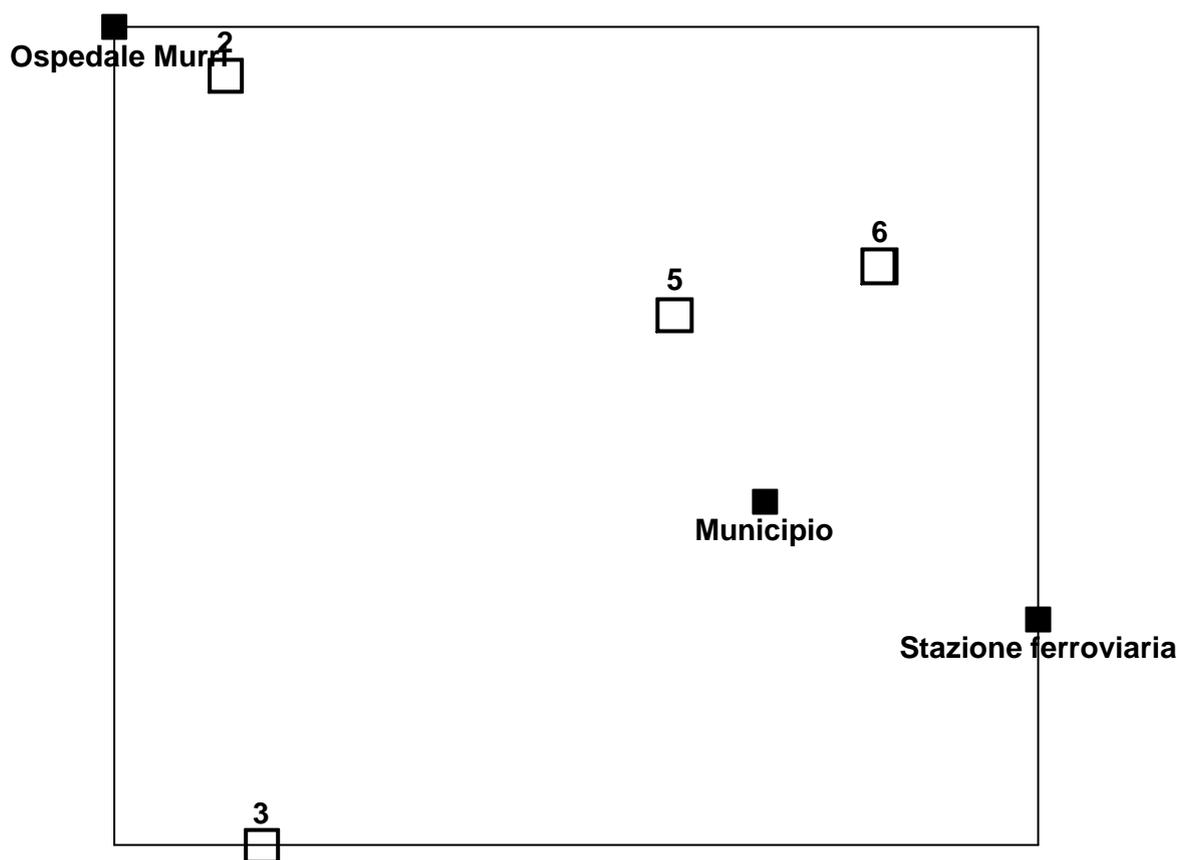
- 6. **Jesi** viale della Vittoria
- 7. **Jesi** Zona Industriale – Zipa
- 8. **Monsano** nei pressi dell'ex-RCD
- 9. **Agugliano** Boschetto – incrocio La Chiusa
- 10. **Monsano** loc. Salvatorta

La distribuzione delle stazioni utilizzate per l'indagine di bioaccumulo all'interno dell'area di studio è mostrata nelle figure 3.3 e 3.4.

Le stazioni sono collocate all'interno del territorio comunale di Jesi o nelle immediate vicinanze e non sono uniformemente distribuite nell'area d'indagine ma sono infittite soprattutto nelle aree a maggior densità industriale e urbana.



**Figura 3.3** – Dislocazione delle stazioni di bioaccumulo nell'area di studio. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.



**Figura 3.4** – Dislocazione delle stazioni di bioaccumulo all'interno dell'area urbana di Jesi.

### 3.2.2 RACCOLTA, PREPARAZIONE ED ESPOSIZIONE DEI CAMPIONI PER L'INDAGINE DI BIOACCUMULO

Il giorno 8 Novembre 2007, talli completi di *Evernia prunastri* sono stati prelevati su scorza di quercia (*Quercus pubescens*), in un'area remota della Toscana situata nel comune di Castellina in Chianti (SI). Tale area è lontana da fonti locali di inquinamento atmosferico e la vegetazione lichenica è abbondante e ricca in specie come *Anaptychia ciliaris*, *Collema furfuraceum*, *Ramalina fastigiata* e *Usnea* spp., note per la loro sensibilità all'inquinamento atmosferico (Hawksworth e Rose, 1970). Tale area è stata considerata come stazione di controllo.

Per le modalità di raccolta dei talli e la preparazione delle 10 lichen-bags si fa riferimento alla relazione del 2002.

### **3.2.3 ANALISI DEI CAMPIONI TRAPIANTATI**

Dopo 5 mesi di esposizione (dal 16 Novembre 2007 al 14 Aprile 2008), i campioni trapiantati sono stati prelevati a cura del Comune di Jesi e spediti al Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena, dove sono stati preparati per le analisi, seguendo quanto riportato nelle linee guida per l'utilizzo dei licheni epifiti come bioaccumulatori di elementi in traccia (Nimis e Bargagli, 1999, vedi relazione 2002). I campioni trapiantati nella stazione 9 (Agugliano, Boschetto - incrocio La Chiusa) non sono risultati recuperabili. Per questo motivo in questa relazione vengono riportati soltanto i dati relativi alle altre 9 stazioni.

## 4. RISULTATI E DISCUSSIONE

### 4.1 ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ LICHENICA

Nella tabella 4.1 sono riportati i dati relativi alle 27 stazioni di campionamento.

stazione	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A
data campionamento	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	03/12/2007
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp	Tg
circ. albero	113	264	116	149	210	183	184
esp. Reticolo (°)	116	264	210	320	300	60	308
n. specie	4	4	5	6	4	5	3
<b>IBL</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>49</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>26</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboastrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>						2	
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	8	10	10	10	10	10	7
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				5			
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	3	6	1				
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	4		10	4			
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>				10	3	4	
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>			5				
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	7	10	10	10	9
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							10
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>		1		10	10	1	

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B
data campionamento	03/12/2007	03/12/2007	05/12/2007	05/12/2007	05/12/2007	06/12/2007	06/12/2007
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp
circ. albero	192	200	106	137	137	130	200
esp. Reticolo (°)	120	122	32	68	350	4	34
n. specie	4	4	7	4	8	9	10
<b>IBL</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>57</b>	<b>29</b>	<b>60</b>	<b>53</b>	<b>47</b>
<i>Amandinea punctata</i>						10	2
<i>Arthonia radiata</i>					8		
<i>Caloplaca cerinella</i>							1
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							1
<i>Candelariella subdeflexa</i>	5						
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	2	1	10	5	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>			4		2	7	3
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>						2	10
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	4		10		7		1
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>			6		5	1	1
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>		1	10	5	8	2	
<i>Physconia distorta</i>						2	
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>		10	7	9	10	9	8

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A
<b>data campionamento</b>	<b>03/12/2007</b>						
<b>specie arborea</b>	<b>Tg</b>						
<b>circ. albero</b>	<b>135</b>	<b>145</b>	<b>144</b>	<b>193</b>	<b>198</b>	<b>170</b>	<b>225</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>268</b>	<b>336</b>	<b>296</b>	<b>318</b>	<b>316</b>	<b>336</b>	<b>42</b>
<b>n. specie</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
<b>IBL</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>37</b>	<b>23</b>	<b>102</b>	<b>10</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>				10	10	10	
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				5		7	
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							10
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>						3	
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>							
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>				4		3	
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>					3		
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	10	9	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>		1		8		70	

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B
<b>data campionamento</b>	<b>03/12/2007</b>	<b>03/12/2007</b>	<b>03/12/2007</b>	<b>03/12/2007</b>	<b>03/12/2007</b>	<b>04/12/2007</b>	<b>04/12/2007</b>
<b>specie arborea</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circ. albero</b>	<b>160</b>	<b>139</b>	<b>270</b>	<b>230</b>	<b>160</b>	<b>92</b>	<b>171</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>342</b>	<b>66</b>	<b>14</b>	<b>292</b>	<b>332</b>	<b>330</b>	<b>300</b>
<b>n. specie</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>5</b>
<b>IBL</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>46</b>	<b>37</b>	<b>84</b>	<b>29</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>						10	
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>			10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>						2	
<i>Lecanora chlarotera</i>						10	
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				9	3		
<i>Lecidella elaeochroma</i>						10	1
<i>Lepraria sp.</i>						1	
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	7	10					
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>			7	10	10		
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	2	9				8	
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>			10	10	10	10	9
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>			1	1	4	8	
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>				4		9	8
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>				2		6	1

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	10C	11A	11B	11C	12A	12B	12C
data campionamento	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	05/12/2007	05/12/2007	05/12/2007
specie arborea	Qp						
<b>circ. albero</b>	<b>97</b>	<b>136</b>	<b>110</b>	<b>147</b>	<b>160</b>	<b>97</b>	<b>180</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>160</b>	<b>260</b>	<b>30</b>	<b>354</b>	<b>66</b>	<b>44</b>	<b>228</b>
<b>n. specie</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>IBL</b>	<b>45</b>	<b>14</b>	<b>68</b>	<b>57</b>	<b>54</b>	<b>33</b>	<b>50</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>			3				
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>		4		8	7	10	
<i>Candelariella reflexa</i>							3
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>			1				
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>			5				
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>			1				
<i>Lecanora horiza</i>			4				
<i>Lecidella elaeochroma</i>			10			1	
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	7			10	10	1	
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	10		10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	5		10	10	9		8
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	8		4	2	1		9
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	5		10	7	7	1	10

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	12D	13A	13B	13C	14A	14B	14C
<b>data campionamento</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>06/12/2007</b>	<b>06/12/2007</b>	<b>06/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>						
<b>circ. albero</b>	<b>200</b>	<b>133</b>	<b>160</b>	<b>150</b>	<b>156</b>	<b>210</b>	<b>253</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>140</b>	<b>312</b>	<b>320</b>	<b>44</b>	<b>328</b>	<b>338</b>	<b>62</b>
<b>n. specie</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>IBL</b>	<b>68</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>61</b>	<b>50</b>	<b>43</b>	<b>50</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>	7		2				
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>						1	
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>						2	
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							1
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10	10	8	8	10		7
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	9	10	10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>	1		2				
<i>Physcia biziana</i>	9	9	5	9	2		7
<i>Physconia distorta</i>	3		6	3			4
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	8	10	1
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>				1			
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	9	10	10	10	10	10	10

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	15A	15B	15C	16A	16B	16C	17A
data campionamento	05/12/2007	05/12/2007	05/12/2007	06/12/2007	06/12/2007	06/12/2007	05/12/2007
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	196	195	204	126	95	227	145
esp. Reticolo (°)	240	220	222	256	342	358	58
n. specie	6	7	6	7	8	6	4
IBL	44	41	44	68	60	40	40
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>				10	2		
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>			1		9		
<i>Lecidella elaeochroma</i>					10		
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>	8	1	10				
<i>Mycomicrothelia confusa</i>		2	3				
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	5	5		10	8	5	
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>				10	7	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	1	3		10	10	1	10
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	8		8	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10	10	4	6	10

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	17B	17C	18A	18B	18C	19A	19B
data campionamento	05/12/2007	05/12/2007	03/12/2007	03/12/2007	03/12/2007	04/12/2007	04/12/2007
specie arborea	Qp	Qp	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp
<b>circ. albero</b>	<b>245</b>	<b>130</b>	<b>138</b>	<b>108</b>	<b>177</b>	<b>118</b>	<b>98</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>68</b>	<b>124</b>	<b>234</b>	<b>40</b>	<b>194</b>	<b>332</b>	<b>312</b>
<b>n. specie</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>12</b>
<b>IBL</b>	<b>41</b>	<b>31</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>71</b>
<i>Amandinea punctata</i>					1		
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>						10	1
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>			1	10			
<i>Candelariella xanthostigma</i>							1
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10				10	10
<i>Lecanora allophana</i>						1	
<i>Lecanora carpinea</i>						4	
<i>Lecanora chlarotera</i>						4	6
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>						3	1
<i>Lecidella elaeochroma</i>						10	10
<i>Lepraria sp.</i>						1	2
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>			1				
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	6			4		2	
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	1		2	9	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	5	1				7	9
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>						10	10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>						1	1
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10				9	10

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	19C	20A	20B	20C	21A	21B	21C
<b>data campionamento</b>	<b>04/12/2007</b>						
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>						
<b>circ. albero</b>	<b>105</b>	<b>148</b>	<b>115</b>	<b>141</b>	<b>258</b>	<b>258</b>	<b>188</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>10</b>	<b>316</b>	<b>68</b>	<b>22</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>312</b>
<b>n. specie</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>IBL</b>	<b>45</b>	<b>64</b>	<b>43</b>	<b>51</b>	<b>20</b>	<b>31</b>	<b>33</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							1
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>		1					
<i>Lecidella elaeochroma</i>	1						
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>		10					
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	1	8		4			
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	3	10	7	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	10	10	10	8	3	10	10
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	3	5	10	10			
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10	9		1	2

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	22A	22B	22C	23A	23B	23C	24A
data campionamento	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007	04/12/2007
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	93	156	97	400	160	107	200
esp. Reticolo (°)	352	256	154	284	320	342	210
n. specie	2	1	2	4	3	5	4
IBL	8	10	20	26	22	38	19
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	2		10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>							
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							3
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>							
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	6	10	10	10	10	10	4
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>				5		9	2
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>				1		3	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>					2	6	

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	24B	24C	25A	25B	25C	26A	26B
<b>data campionamento</b>	<b>04/12/2007</b>	<b>04/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>						
<b>circ. albero</b>	<b>210</b>	<b>163</b>	<b>129</b>	<b>121</b>	<b>180</b>	<b>230</b>	<b>110</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>270</b>	<b>70</b>	<b>50</b>	<b>152</b>	<b>296</b>	<b>300</b>	<b>70</b>
<b>n. specie</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
<b>IBL</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>60</b>	<b>53</b>	<b>62</b>	<b>70</b>	<b>92</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>				7			
<i>Candelaria concolor</i>							2
<i>Candelariella reflexa</i>							7
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>				1			
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>						1	
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>						3	
<i>Lecanora carpinea</i>			1			3	
<i>Lecanora chlarotera</i>			1			4	10
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>	9						
<i>Lecidella elaeochroma</i>	1					7	10
<i>Lepraria sp.</i>							1
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>	5	9					
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>			10		10	5	3
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>				10	10	9	10
<i>Phaeophyscia chloantha</i>					5		
<i>Physcia adscendens</i>	3	10	10	7	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>			6	1		4	10
<i>Physcia biziana</i>			4	1	5	1	5
<i>Physconia distorta</i>			8	10	1	4	4
<i>Physconia grisea</i>							
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>					1		
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>			10	6	10	9	10

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua? ]

stazione	26C	27A	27B	27C
<b>data campionamento</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>	<b>05/12/2007</b>
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circ. albero</b>	<b>192</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>186</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>300</b>	<b>332</b>	<b>0</b>	<b>310</b>
<b>n. specie</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>IBL</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>69</b>	<b>163</b>
<i>Amandinea punctata</i>				
<i>Arthonia radiata</i>				
<i>Caloplaca cerinella</i>				
<i>Caloplaca cerina</i>				
<i>Candelaria concolor</i>				
<i>Candelariella reflexa</i>				
<i>Candelariella subdeflexa</i>				
<i>Candelariella xanthostigma</i>				
<i>Collema sp.</i>				
<i>Diplotomma alboatrum</i>				
<i>Gyalecta truncigena</i>				
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	8	10	10
<i>Lecanora allophana</i>		3		
<i>Lecanora carpinea</i>				
<i>Lecanora chlarotera</i>	2			
<i>Lecanora hagenii</i>				
<i>Lecanora horiza</i>				
<i>Lecidella elaeochroma</i>	5	7		3
<i>Lepraria sp.</i>				
<i>Melanelia glabra</i>			1	
<i>Melaspilea urceolata</i>				
<i>Mycomicrothelia confusa</i>				
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>		2	10	9
<i>Opegrapha varia</i>				
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	10			
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	2		1	4
<i>Phaeophyscia chloantha</i>				
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>	4	10	10	6
<i>Physcia biziana</i>	6	9	8	10
<i>Physconia distorta</i>	6			
<i>Physconia grisea</i>		1		
<i>Physconia perisidiosa</i>		1		
<i>Physconia servitii</i>		6	10	101
<i>Punctelia subrudecta</i>				
<i>Ramalina sp.</i>				
<i>Xanthoria parietina</i>	10	3	9	10

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 81 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.*

Sono state rinvenute 37 specie di licheni epifiti. Il genere più rappresentato è *Lecanora*, con 5 specie (*L. allophana*, *L. carpinea*, *L. chlarotera*, *L. hagenii* e *L. horiza*), seguito dal genere *Physconia* con 4 specie (*P. distorta*; *P. grisea*; *P. perisidiosa* e *P. servitii*) e dai generi *Candelariella*, *Physcia* e *Phaeophyscia* con 3 specie ciascuno (*Candelariella reflexa*, *C.*

*subdeflexa* e *C. xanthostigma*; *Physcia adscendens*, *P. aipolia* e *P. biziana*; *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *P. chloantha*).

	S	A	F
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	23	57	7,6
<i>Xanthoria parietina</i>	23	57	8,7
<i>Physcia biziana</i>	22	51	6,2
<i>Physcia adscendens</i>	22	62	8,3
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	20	38	6,4
<i>Physconia grisea</i>	19	49	8,1
<i>Lecanora horiza</i>	12	17	4,4
<i>Lecidella elaeochroma</i>	8	14	6,1
<i>Candelaria concolor</i>	7	12	6,1
<i>Physconia distorta</i>	6	11	4,6
<i>Opegrapha varia</i>	6	11	6,5
<i>Physcia aipolia</i>	5	10	5,4
<i>Lecanora chlarotera</i>	5	8	4,8
<i>Lecanora carpineae</i>	5	5	3,0
<i>Punctelia subrudecta</i>	3	3	4,0
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	3	6	6,5
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	3	6	5,5
<i>Lepraria sp.</i>	3	4	1,3
<i>Lecanora allophana</i>	3	3	2,3
<i>Candelariella reflexa</i>	3	3	3,7
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	2	6	5,2
<i>Gyalecta truncigena</i>	2	2	1,5
<i>Candelariella subdeflexa</i>	2	3	5,3
<i>Caloplaca cerinella</i>	2	2	2,0
<i>Amandinea punctata</i>	2	3	4,3
<i>Ramalina sp.</i>	1	2	1,0
<i>Physconia servitii</i>	1	3	8,7
<i>Physconia perisidiosa</i>	1	1	1,0
<i>Phaeophyscia chloantha</i>	1	1	5,0
<i>Melaspilea urceolata</i>	1	3	6,3
<i>Melanelia glabra</i>	1	1	1,0
<i>Lecanora hagenii</i>	1	1	1,0
<i>Diplotomma alboatrum</i>	1	1	1,0
<i>Collema sp.</i>	1	1	1,0
<i>Candelariella xanthostigma</i>	1	1	1,0
<i>Caloplaca cerina</i>	1	1	7,0
<i>Arthonia radiata</i>	1	1	8,0

**Tabella 4.2** – Specie licheniche ritrovate nell'area di studio.

*S* = numero di stazioni dove la specie è stata trovata;

*A* = numero di alberi su cui la specie è stata trovata;

*F* = frequenza media delle specie sugli alberi campionati.

Le specie più comuni sono risultate *Hyperphyscia adglutinata*, *Xanthoria parietina*, *Physcia biziana* e *Physcia adscendens* (Tab 4.2): tutte e quattro le specie fanno parte dell'alleanza *Xanthorion parietinae* (vedi relazione 2001).

<b>S</b>	<b>IDLs</b>	<b>D.S.</b>	<b>C.V.</b>
<b>1</b>	28,3	4,2	14,7
<b>2</b>	36,3	11,4	31,3
<b>3</b>	23,0	2,6	11,5
<b>4</b>	48,7	17,1	35,1
<b>5</b>	50,0	4,2	8,5
<b>6</b>	10,3	0,6	5,6
<b>7</b>	33,0	8,7	26,4
<b>8</b>	12,7	5,5	43,5
<b>9</b>	37,0	9,0	24,3
<b>10</b>	52,7	28,3	53,7
<b>11</b>	46,3	28,5	61,6
<b>12</b>	51,3	14,4	28,1
<b>13</b>	61,0	2,0	3,3
<b>14</b>	47,7	4,0	8,5
<b>15</b>	43,0	1,7	4,0
<b>16</b>	56,0	14,4	25,8
<b>17</b>	37,3	5,5	14,8
<b>18</b>	6,7	6,4	95,3
<b>19</b>	65,7	18,6	28,3
<b>20</b>	52,7	10,6	20,1
<b>21</b>	28,0	7,0	25,0
<b>22</b>	12,7	6,4	50,8
<b>23</b>	28,7	8,3	29,0
<b>24</b>	25,3	5,5	21,7
<b>25</b>	58,3	4,7	8,1
<b>26</b>	75,7	14,4	19,0
<b>27</b>	67,0	6,2	9,3

**Tabella 4.3** – Descrizione statistica dei valori dell'IDL misurati in ciascuna stazione. S = stazione di campionamento; IDLs = valore dell'IDL della stazione; D.S. = deviazione standard; C.V. = coefficiente di variazione (%).

Per quanto riguarda i valori dell'IDLr (IDL dei singoli rilievi) riscontrati negli 82 rilievi effettuati (Tab. 4.1), il valore più basso (3) è stato rilevato a Jesi , su 2 tigli di Viale della Vittoria (stazione 18). Anche il valore più basso dell'IDLs (IDL medio della stazione) è stato registrato nella medesima stazione (6,7). La stazione 26 (Serra S. Quirico, strada per S. Elia c/o deposito Sassi Rossi) ha riportato il valore più elevato sia dell'IDLr (92) che dell'IDLs medio (75,7).

In tabella 4.3 sono riportati per ogni stazione il valore dell'IDLs, la deviazione standard e il coefficiente di variazione. Il valore dell'IDL medio è di  $40,6 \pm 18,5$  ed indica che in generale l'area di studio rientra nella fascia di semi-naturalità. Come già verificato negli anni scorsi, il valore medio di IDL è tuttavia molto prossimo al limite fra la fascia di semi-naturalità e quella di semi-alterazione. Il valore medio del coefficiente di variazione (45,6%) è più alto rispetto a quello degli scorsi anni e indica una certa disomogeneità nei livelli di inquinamento atmosferico a cui sono sottoposte le 27 stazioni.

I valori medi dell'IDLs sono stati valutati sulla base della scala di naturalità/alterazione riportata in tabella 4.4 (Loppi *et al.*, 2002a, b), già utilizzata per la valutazione dei valori dell'IDL raccolti nelle campagne precedenti. Tale scala è suddivisa in 5 intervalli che esprimono il grado di deviazione da condizioni "naturali" (non inquinate).

VALORI DELL'IDL	GIUDIZIO	COLORE
0	deserto lichenico	—
1-20	alterazione	—
20-40	semi-alterazione	—
40-60	semi-naturalità	—
>60	naturalità	—

**Tabella 4.4** – *Scala di naturalità/alterazione utilizzata nel presente studio.*

In base al valore dell'IDLs e alla scala di naturalità/alterazione adottata, le stazioni campionate sono state assegnate ad una fascia, ognuna identificata nei riporti cartografici da uno specifico colore (Fig. 4.1).

**Fascia 1:** *deserto lichenico* (0% delle stazioni)

- stazioni

**Fascia 2:** *alterazione* (14,8 % delle stazioni)

- stazioni 6, 8, 18, 22.

**Fascia 3:** *semi-alterazione* (33,3% delle stazioni)

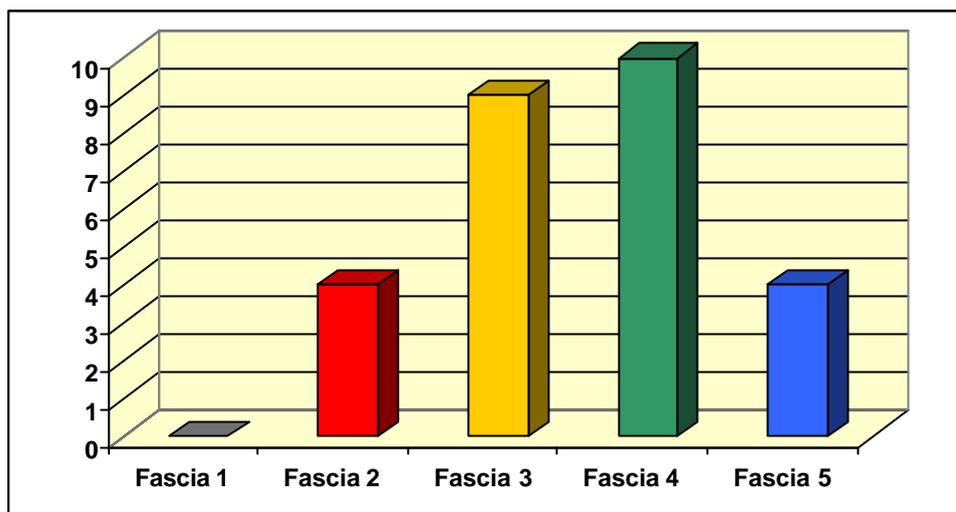
- stazioni 1, 2, 3, 7, 9, 17, 21, 23, 24.

**Fascia 4:** *semi-naturalità* (37,0 % delle stazioni)

- stazioni 4, 5, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20, 25

**Fascia 5:** *naturalità* (14,8% delle stazioni)

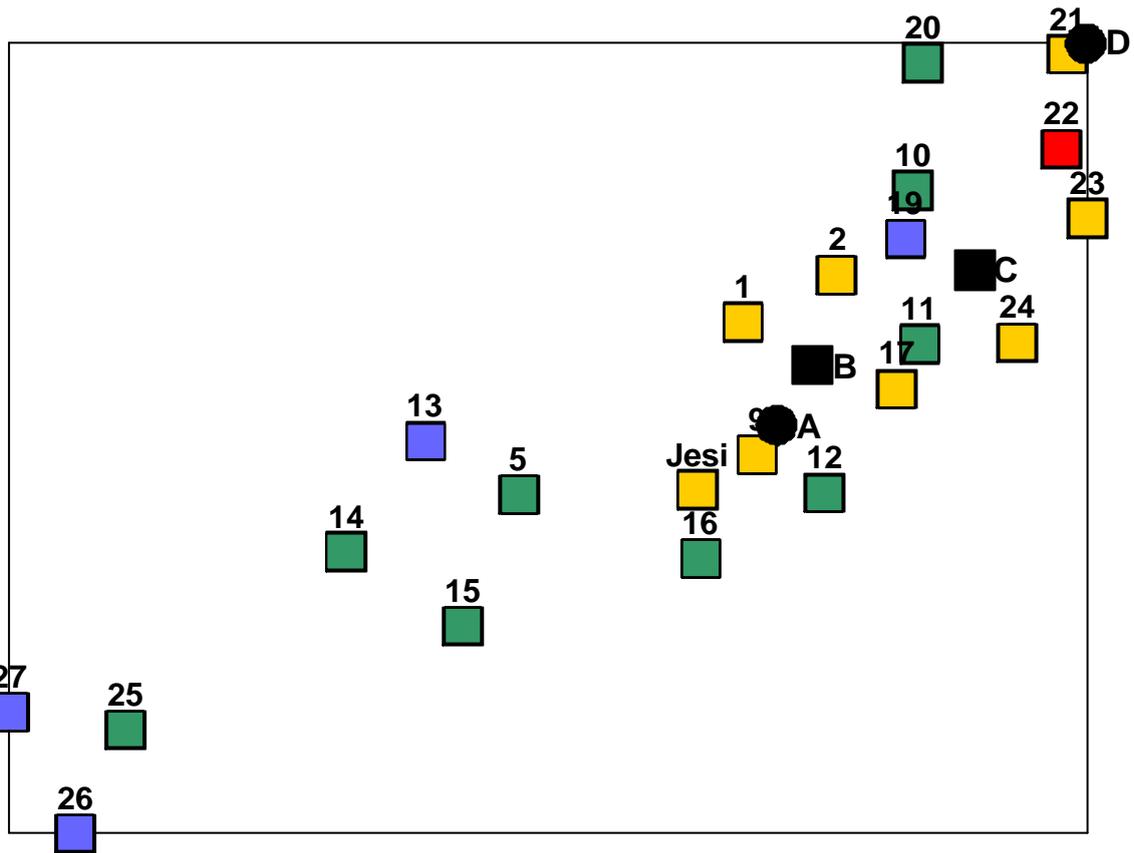
- stazioni 13, 19, 26, 27.



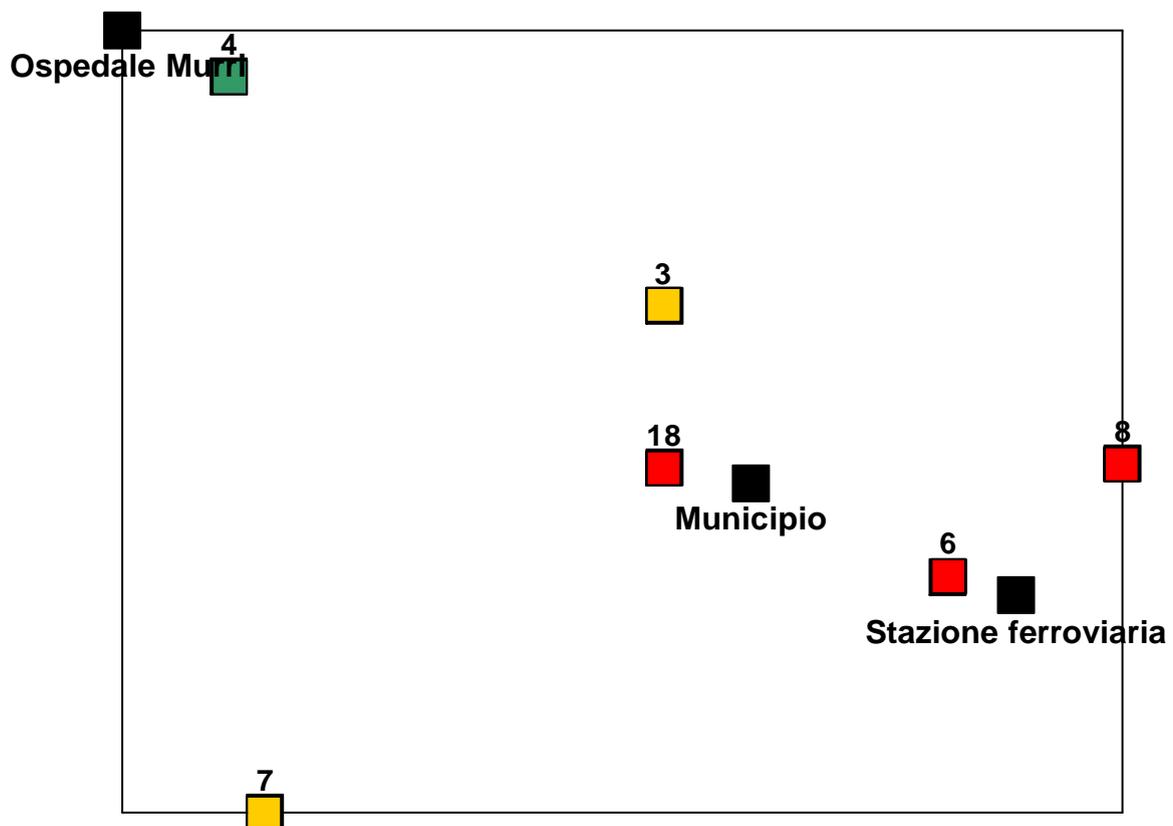
*Figura 4.1 – Distribuzione delle stazioni di campionamento nelle cinque fasce considerate.*

In figura 4.2 viene mostrata la naturalità/alterazione della singole stazioni dell'area di studio. Ogni stazione di campionamento è rappresentata da un quadratino di colore diverso a seconda della fascia corrispondente. In tale figura, la città di Jesi viene identificata da un unico quadratino, il cui valore dell'IDL è stato calcolato come la media aritmetica dei valori dell'IDLs misurati nelle 6 stazioni campionate nell'area urbana.

In figura 4.3 viene invece mostrata la naturalità/alterazione delle stazioni campionate nel centro urbano di Jesi.



*Figura 4.2 – Naturalità/alterazione delle stazioni presenti nell'area di studio. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.*

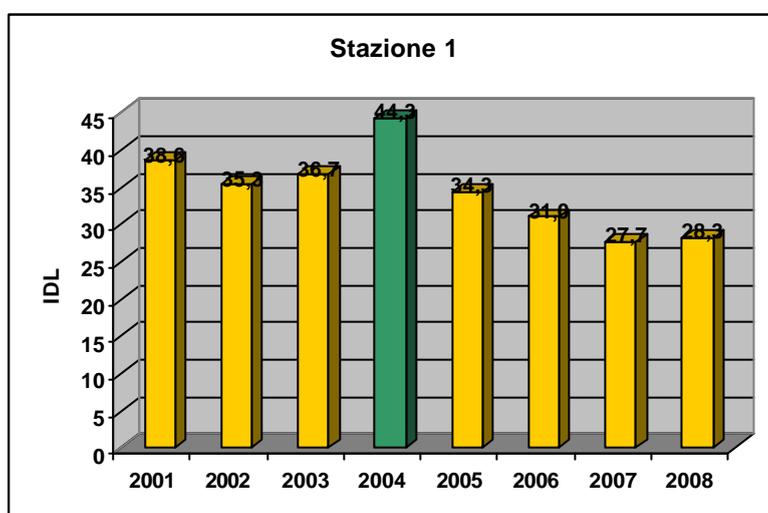


*Figura 4.3 – Naturalità/alterazione delle stazioni del centro urbano di Jesi.*

#### 4.1.1. CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI

Di seguito vengono messi a confronto i risultati dei rilevamenti di bioindicazione effettuati nell'area di studio nel corso degli 8 anni di indagine. Quando possibile il rilevamento è stato effettuato ogni anno sui medesimi alberi e sulla stessa esposizione. Per ogni stazione viene riportato un grafico con il valore dell'IDL misurato ogni anno: il colore delle barre indica la classe di naturalità/alterazione corrispondente. Inoltre, viene indicata la lista floristica relativa alla presente campagna e i cambiamenti riscontrati rispetto agli anni successivi.

##### Monsano loc. S. Maria

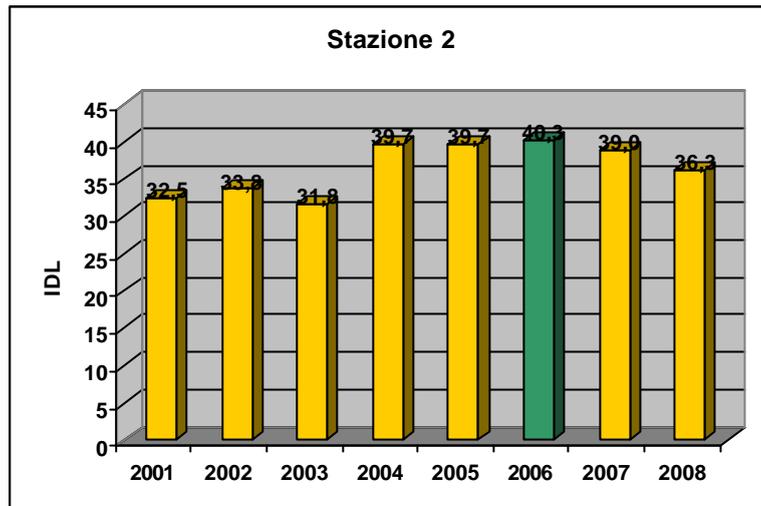


**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Collema nigrescens*, *Physcia adscendens*, *Physconia venusta*, *Melaspilea urceolata*.

**Note:**

## Monsano loc. Selvatorta

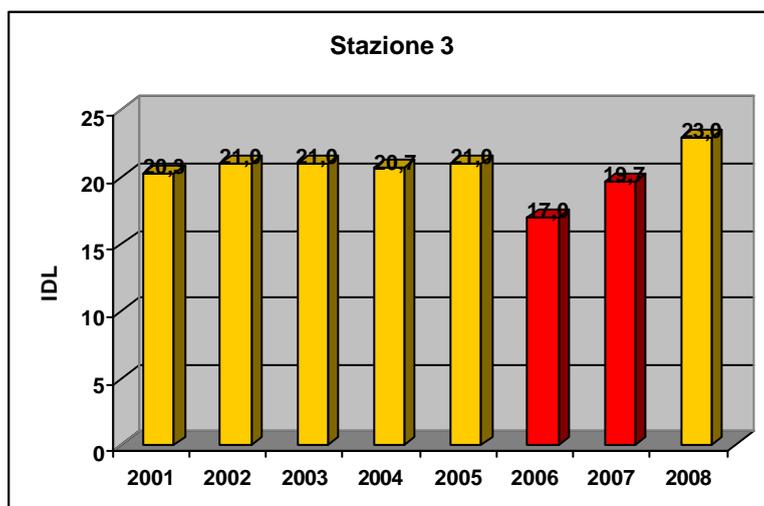


**Specie indagine 2008:** *Gyalecta truncigena*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Lecanora allophana*, *Lecidella elaeochroma*, *Physcia aipolia*, *P. biziana*, *Physconia venusta*.

**Note:** a partire dall'indagine del 2004 sono stati campionati tre alberi diversi da quelli utilizzati nelle indagini precedenti a causa dell'allestimento di un cantiere edile in corrispondenza della vecchia stazione.

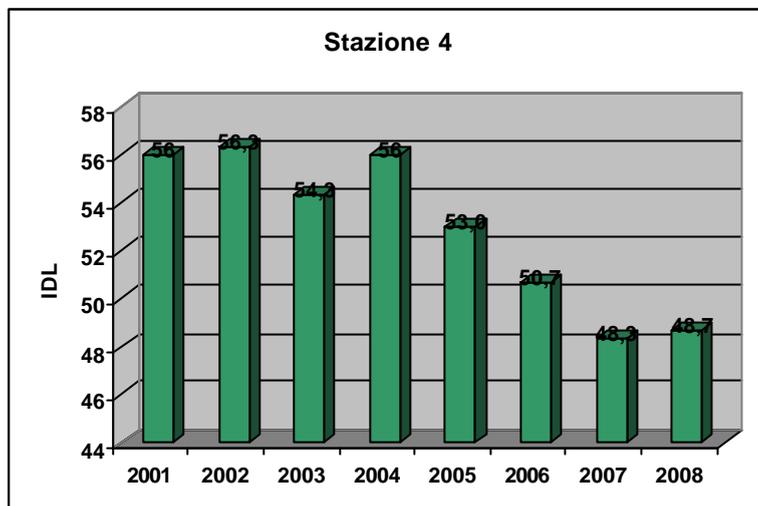
## Jesi via S. Pietro Martire



**Specie indagine 2008:** *Candelariella subdeflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Opegrapha varia*, *Phycia adscendens*.

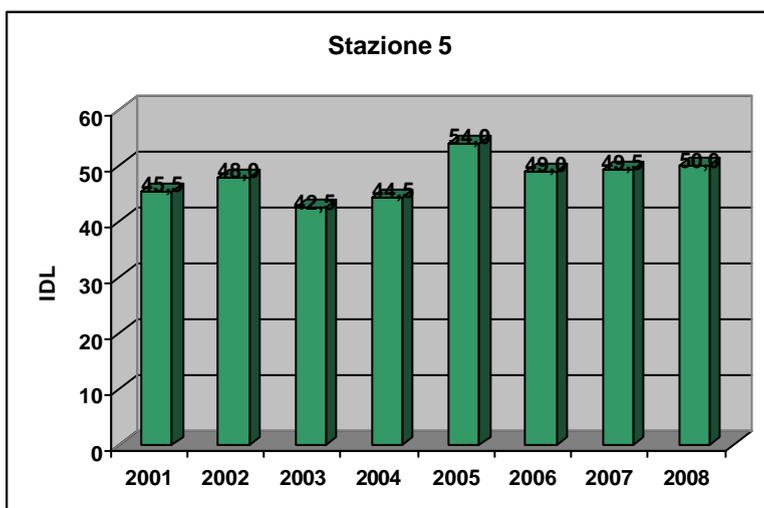
### Jesi via dei Colli



**Specie indagine 2008:** *Arthonia radiata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Phycia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia chloantha*, *P. hirsuta*, *Physconia venusta*.

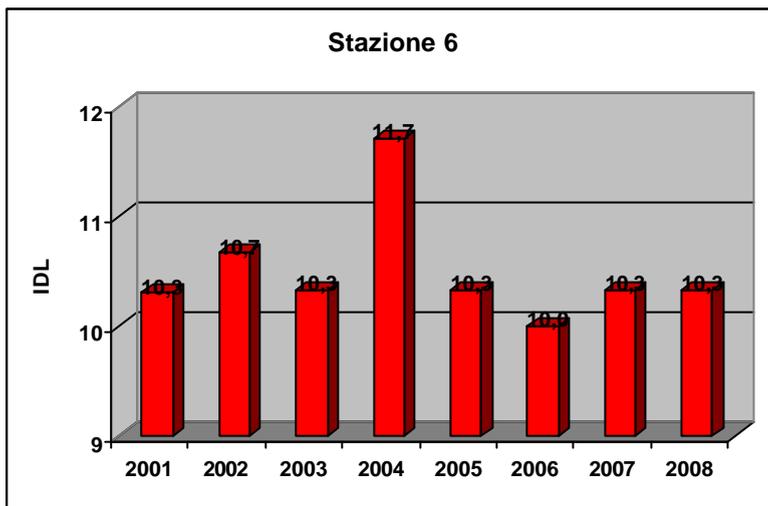
### Jesi loc. Colle Bellombra



**Specie indagine 2008:** *Amandinea punctata*, *Caloplaca cerinella*, *Candelariella reflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Buellia griseovirens*, *Collema sp.*, *Lecanora chlorotera*.

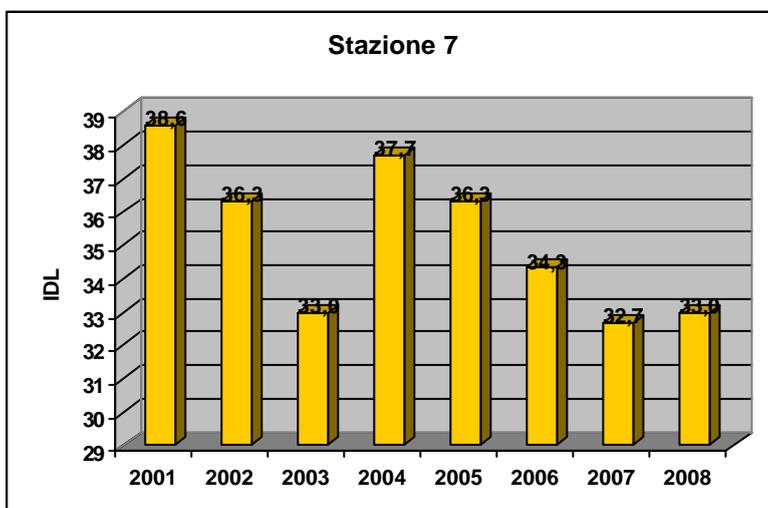
### Jesi viale Trieste



**Specie indagine 2008:** *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Phaeophyscia orbicularis*.

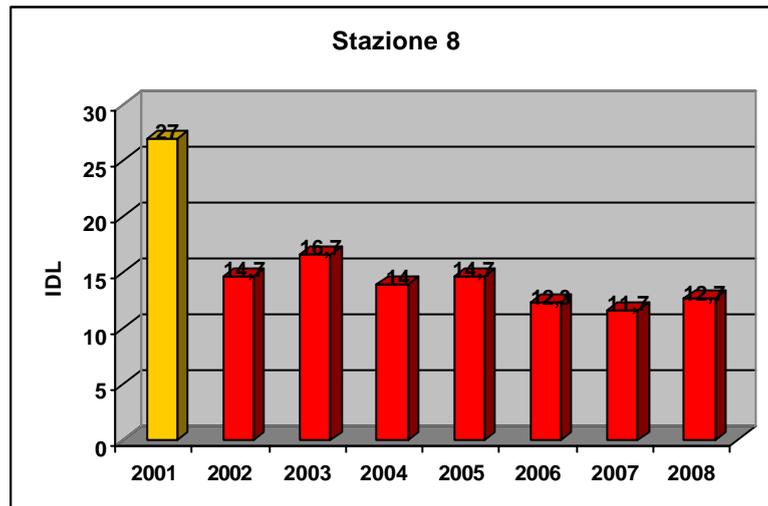
### Jesi via Ragazzi del '99



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Physconia venusta*.

### Jesi via Cascamificio

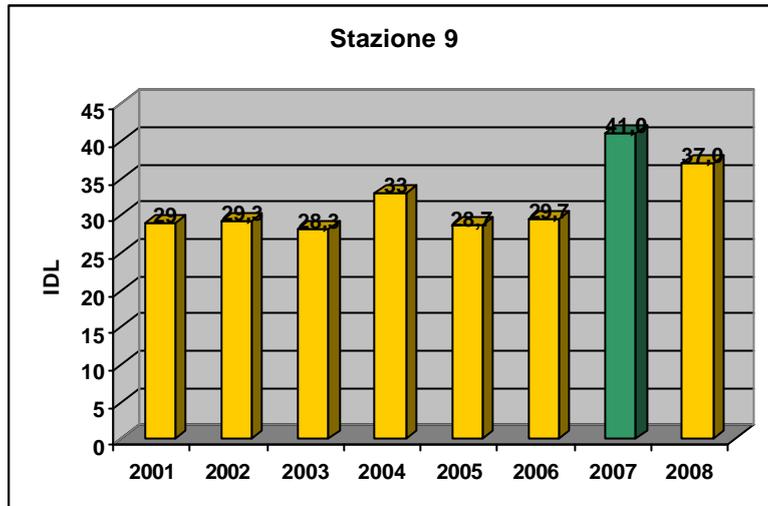


**Specie indagine 2008:** *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Amandinea punctata*, *Arthonia radiata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *Xanthoria parietina*.

**Note:** poiché i tigli utilizzati nell'indagine del 2001 sono stati tagliati, a partire dal 2002 sono stati campionati 3 nuovi alberi, la cui scelta, tuttavia, è stata limitata ai pochi esemplari rimasti.

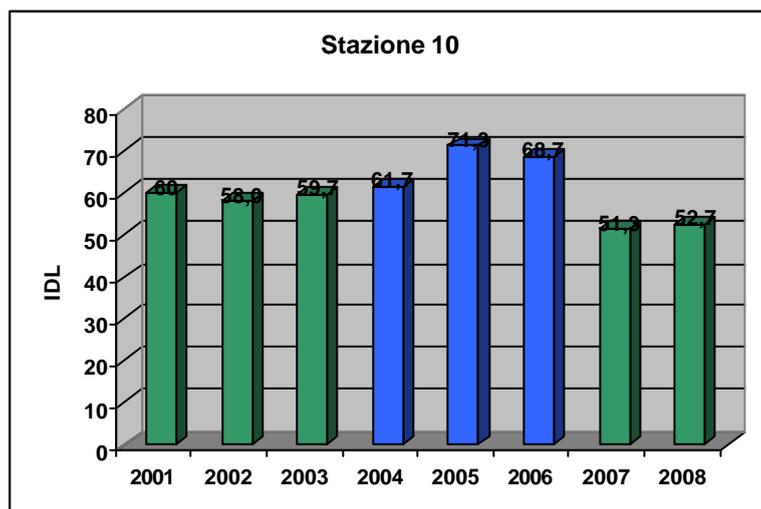
## Jesi via G. Latini



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Lecanora hagenii*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*.

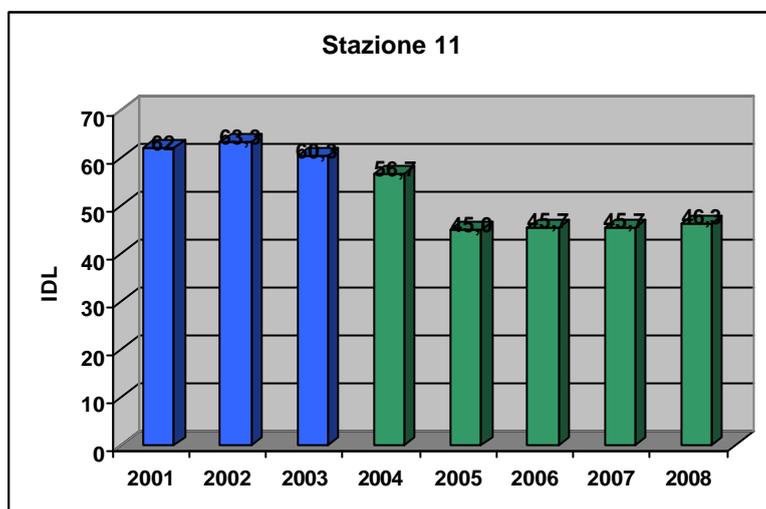
## Chiaravalle Parco I Maggio



**Specie indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Amandinea punctata*, *Evernia prunastri*, *Lecanora argentata*, *L. horiza*, *Melanelia glabra*, *P. aipolia*, *Ramalina* sp.

### Agugliano loc. La Chiusa

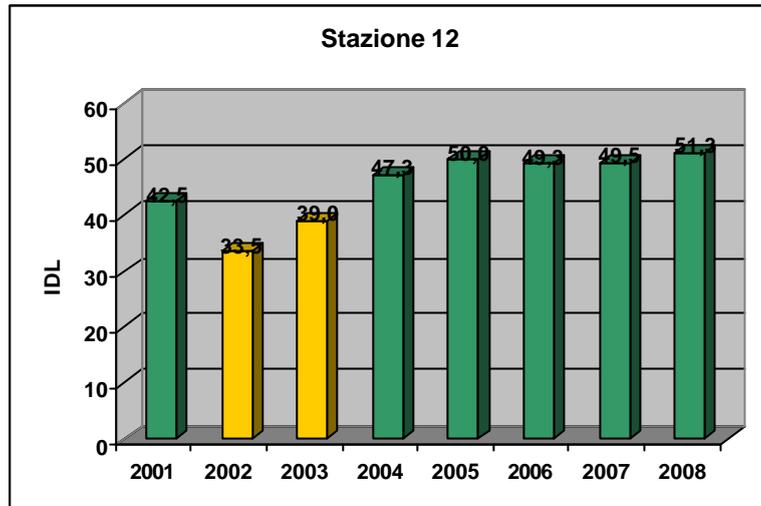


**Specie indagine 2008:** *Caloplaca cerinella*, *Candelaria concolor*, *Diplotomma alboatrum*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. hagenii*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Lecanora chlarotera*, *L. sambuci*, *Physconia distorta*, *Punctelia subrudecta*, *Rinodina sophodes*.

**Note:** nel 2004 a causa della presenza di edera nell'albero A, il reticolo di campionamento è stato posizionato in un'esposizione diversa rispetto alle indagini precedenti.

## Jesi loc. Mazzangrugno

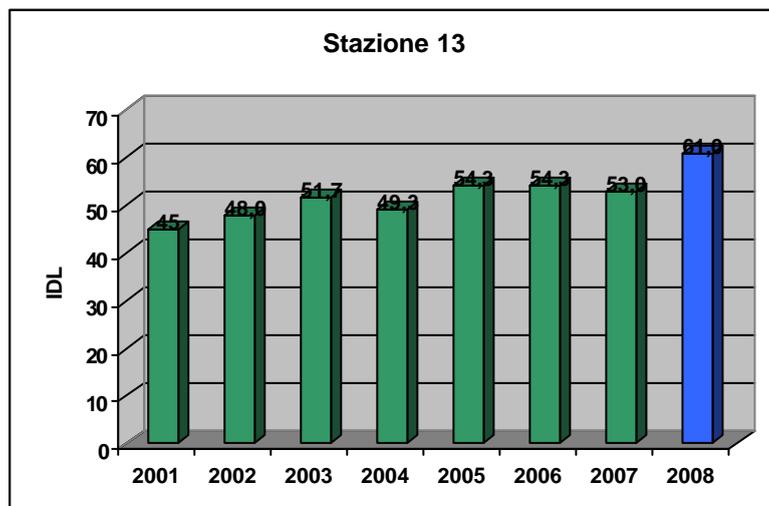


**Specie indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Candelariella reflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Lecanora chlarotera*, *Opegrapha varia*, *Physconia venusta*.

**Note:** a partire dal 2004 a causa della presenza di edera negli alberi A e D, il reticolo di campionamento è stato posizionato in un'esposizione diversa rispetto alle indagini precedenti.

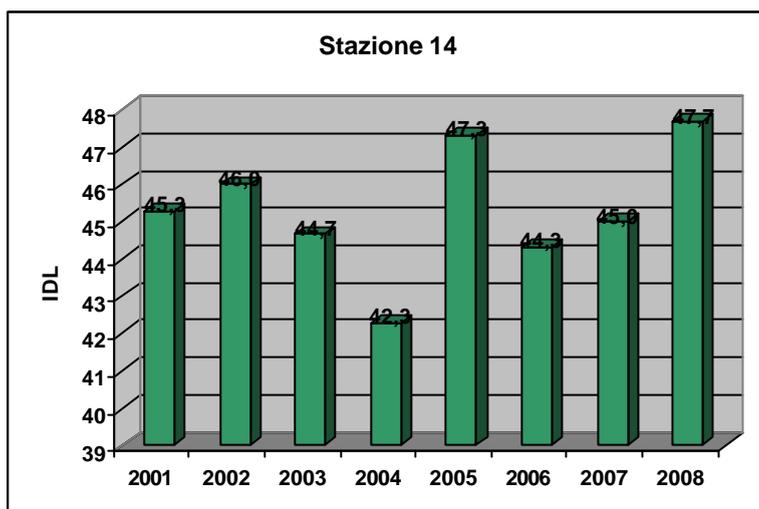
## Moie c/o la chiesa del Puzzo



**Specie indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora horiza*.

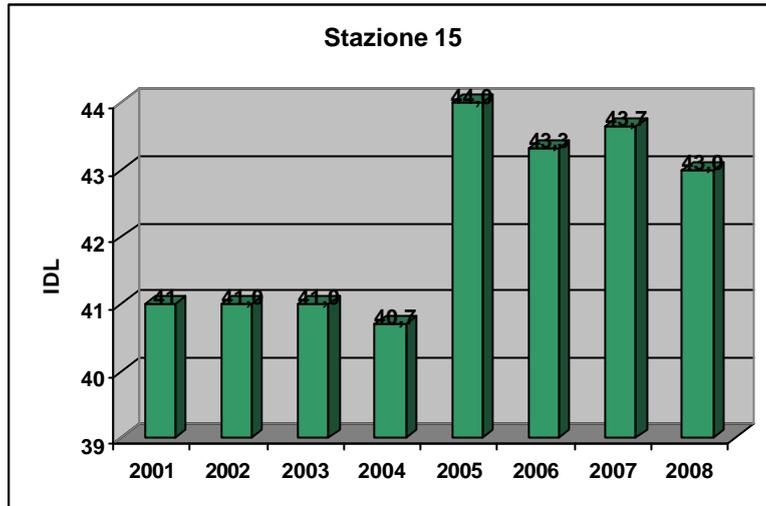
### Moie via Torrette



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Buellia griseovirens*, *Lecanora chlarotera*, *Mycomycothelia confusa*, *Physconia venusta*.

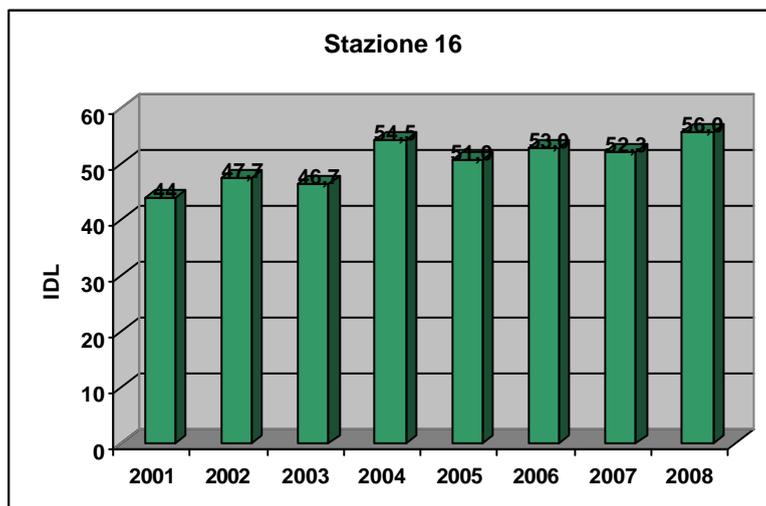
## Monte Roberto loc. Pianello



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Melaspilea urceolata*, *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Collema* sp., *Lecanora chlarotera*, *Physcia aipolia*, *Physconia distorta*.

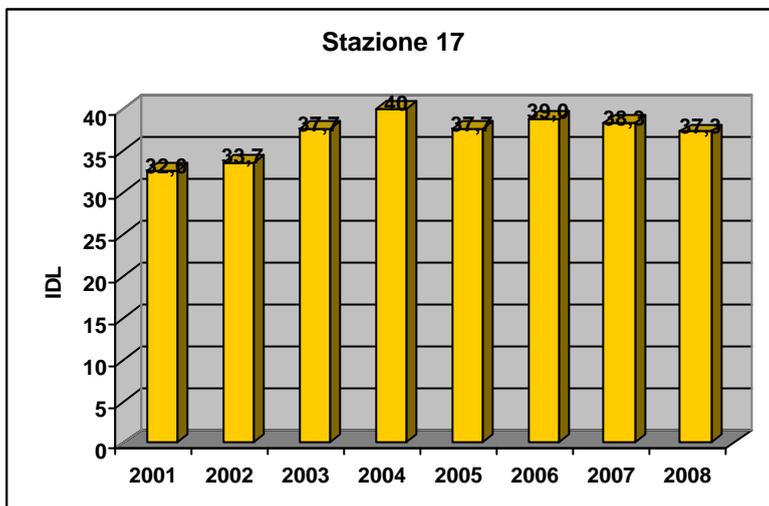
## Jesi loc. Pian del Medico



**Specie indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Lecanora chlarotera*, *Caloplaca cerinella*.

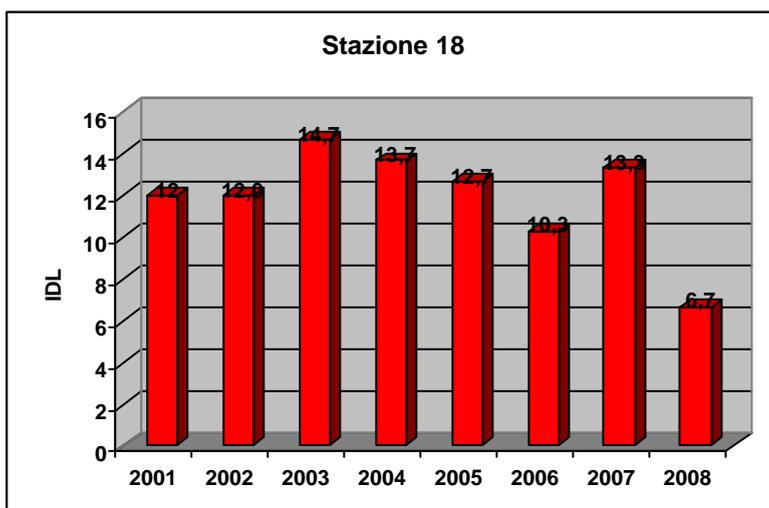
### Jesi loc. Mazzangrugno



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Lecanora horiza*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *P. venusta*.

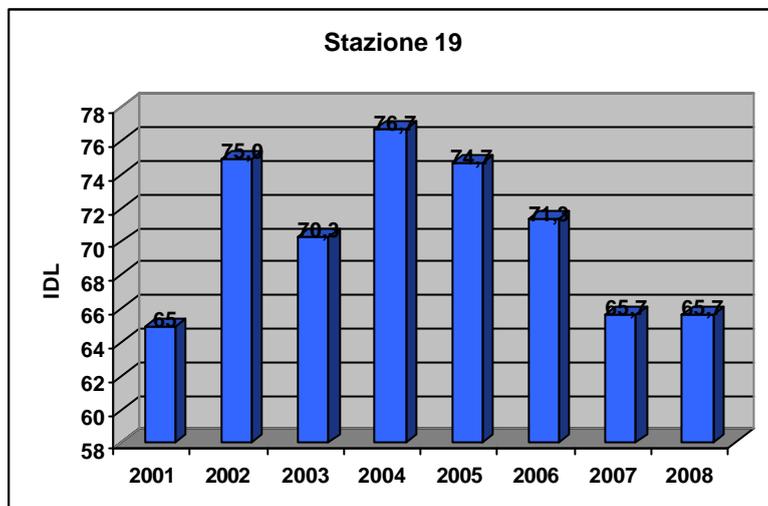
### Jesi viale della Vittoria



**Specie indagine 2008:** *Candelariella subdeflexa*, *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Xanthoria parietina*.

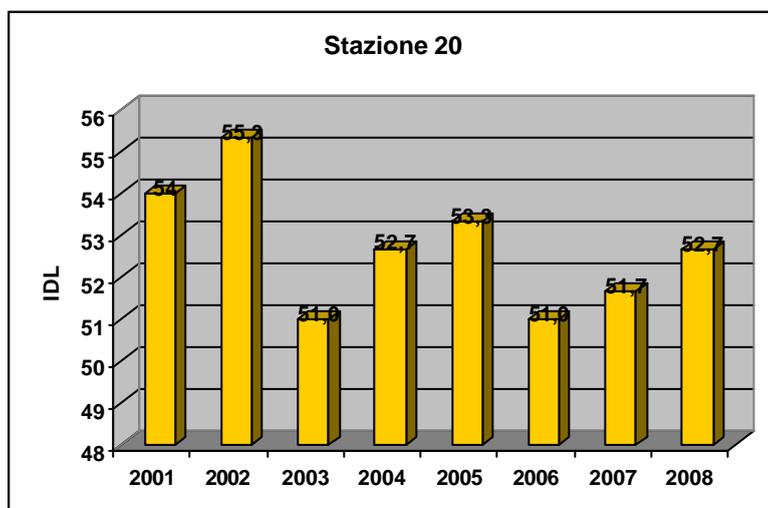
### Jesi loc. Aia Murata



**Specie indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Candelariella xanthostigma*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *L. carpinea*, *L. chlarotera*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Ramalina* sp., *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Caloplaca cerinella*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecanora horiza*, *Physcia aipolia*, *Punctelia subrudecta*.

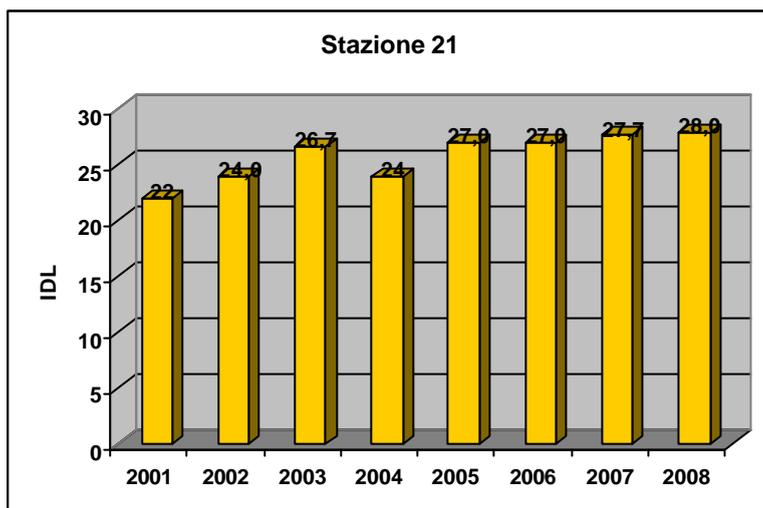
### Montemarciano loc. Gabella



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Phaeophyscia hirsuta*, *Physcia aipolia*.

### Falconara Marittima loc. Fiumesino



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarotera*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Pertusaria sp.*

### Falconara Marittima loc. Castelferretti via 14 Luglio



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Lepraria sp.*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*.

### Falconara Marittima loc. Castelferretti c/o il cimitero di S. Maria della Misericordia



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

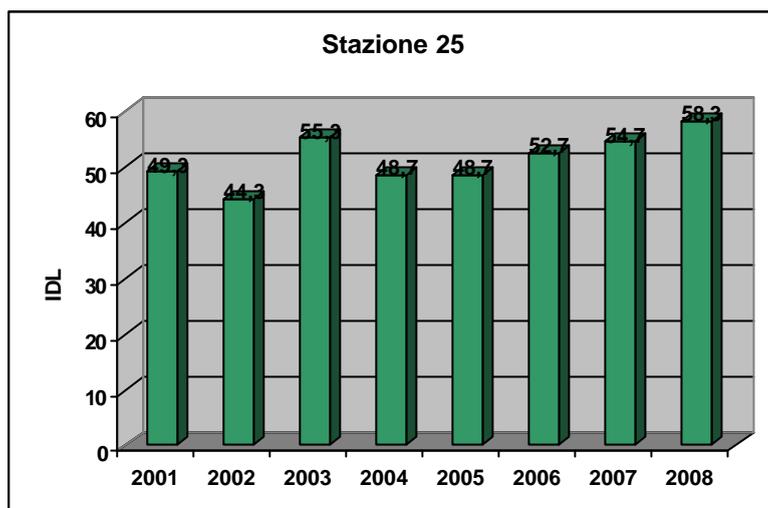
### Agugliano c/o C. Paglialunga



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *Physcia biziana*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Xanthoria parietina*.

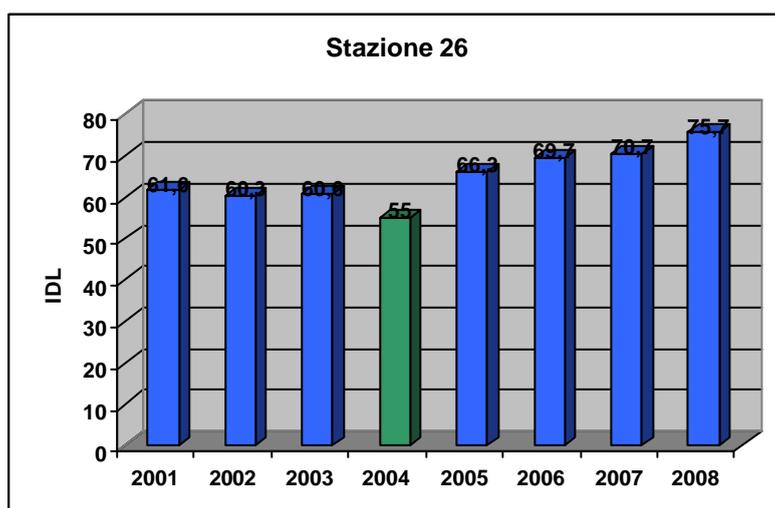
## Serra S. Quirico borgo Stazione



**Specie indagine 2008:** *Caloplaca cerina*, *Collema* sp., *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlaroothera*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Phaeophyscia chloantha*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Collema furfuraceum*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Physconia grisea*.

## Serra S. Quirico deposito Sassi Rossi

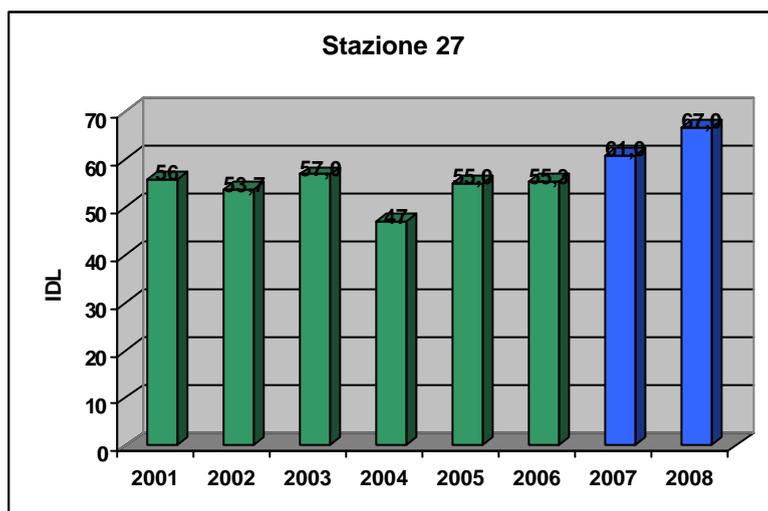


**Specie indagine 2008:** *Candelaria concolor*, *Candelariella reflexa*, *Gyalecta truncigena*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *L. carpinea*, *L. chlaroothera*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Amandinea punctata*, *Caloplaca cerina*, *Collema furfuraceum*, *C. ligerinum*, *Physconia grisea*.

**Note:** nel 2005 a causa della presenza di vegetazione che copriva gli alberi campionati nelle campagne precedenti, sono stati selezionati nuovi forofiti nelle immediate vicinanze dei primi.

### Serra S. Quirico loc. Trivio



**Specie indagine 2008:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *Lecidella elaeochroma*, *Melanelia glabra*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *P. perisidiosa*, *P. servitii*, *Xanthoria parietina*.

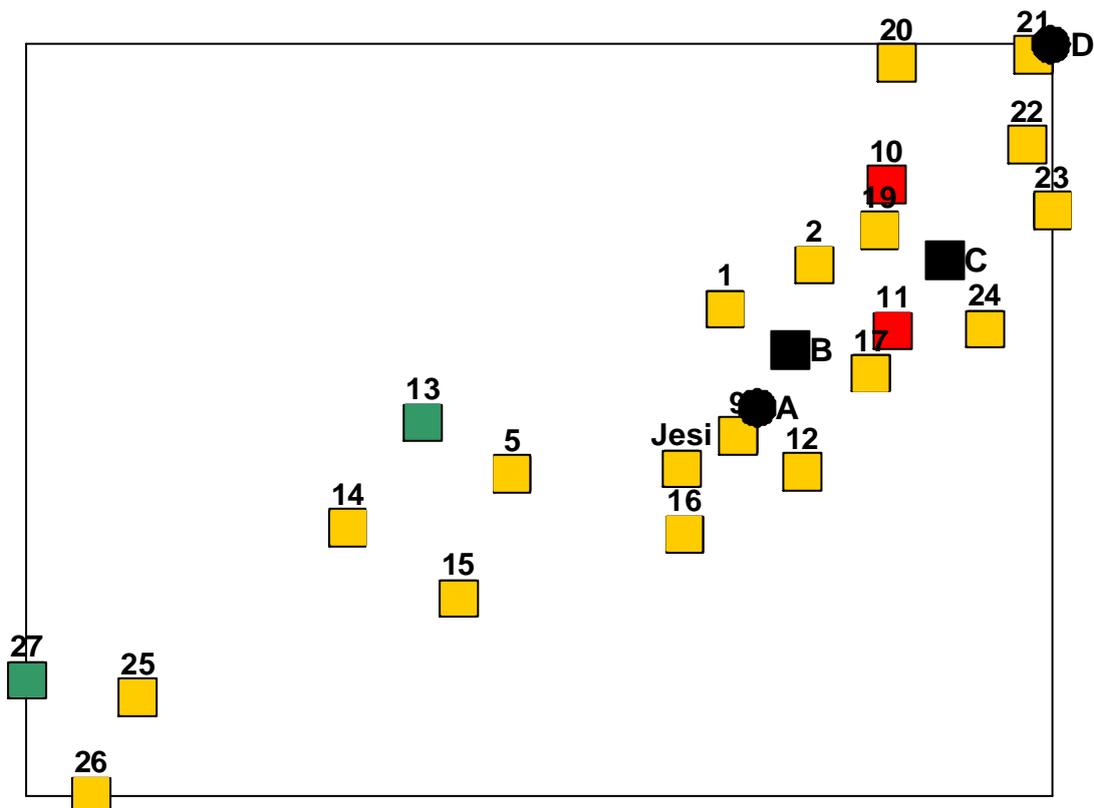
**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2008:** *Amandinea punctata*, *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora chlarotera*, *Phaeophyscia hirsuta*.

In generale anche quest'anno la situazione della qualità ambientale nell'area di studio risulta pressoché invariata rispetto a quella registrata nelle campagne di biomonitoraggio precedenti (2001-2007). La zona maggiormente interessata da fenomeni di inquinamento atmosferico rimane quella compresa fra la costa e la città di Jesi, dove sono concentrate le principali fonti di emissione (Fig. 4.2). Le figure 4.4, 4.6, 4.8, 4.10, 4.12, 4.14 e 4.16 mostrano i cambiamenti rispetto alle indagini precedenti. Il salto di fascia registrato nella stazione 13 è dovuto ad un piccolo aumento del valore di IDL rispetto allo scorso anno (vedi grafici delle singole stazioni), probabilmente dovuto ad uno spostamento nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati o ad un minimo cambiamento a livello di comunità licheniche che rientra nella normale fluttuazione temporale e spaziale delle comunità licheniche epifite. In questa stazione, infatti, il valore dell'IDL registrato quest'anno è molto prossimo al limite di soglia fra una fascia e l'altra.

Nella stazione 9 (Via Latini) è stato rilevato un valore di biodiversità lichenica che rientra nella fascia di semi-alterazione come negli anni precedenti. Probabilmente il salto di fascia (semi-naturalità) a cui si è assistito lo scorso anno era dovuto semplicemente ad uno spostamento nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati e non ad un effetto dovuto a cambiamenti nel comparto atmosferico.

Durante i campionamenti effettuati nella stazione 10 (Parco I Maggio), sono stati osservati numerosi talli lichenici con evidenti fenomeni di alterazione (scolorimento del tallo ed evidente deperimento). I valori dell'IDL registrati in questa stazione già dallo scorso anno sono risultati inferiori rispetto a quelli registrati a partire dal 2004, comportando un salto di fascia da naturalità a semi-naturalità. I risultati delle campagne future potranno chiarire meglio la situazione.

Per quanto riguarda la stazione 27 (Serra S. Quirico, loc. Trivio), il valore di IDLs misurato quest'anno (67) conferma il salto di fascia da semi-naturalità a naturalità che si è verificato a partire dallo scorso anno.



**Figura 4.4** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2001 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

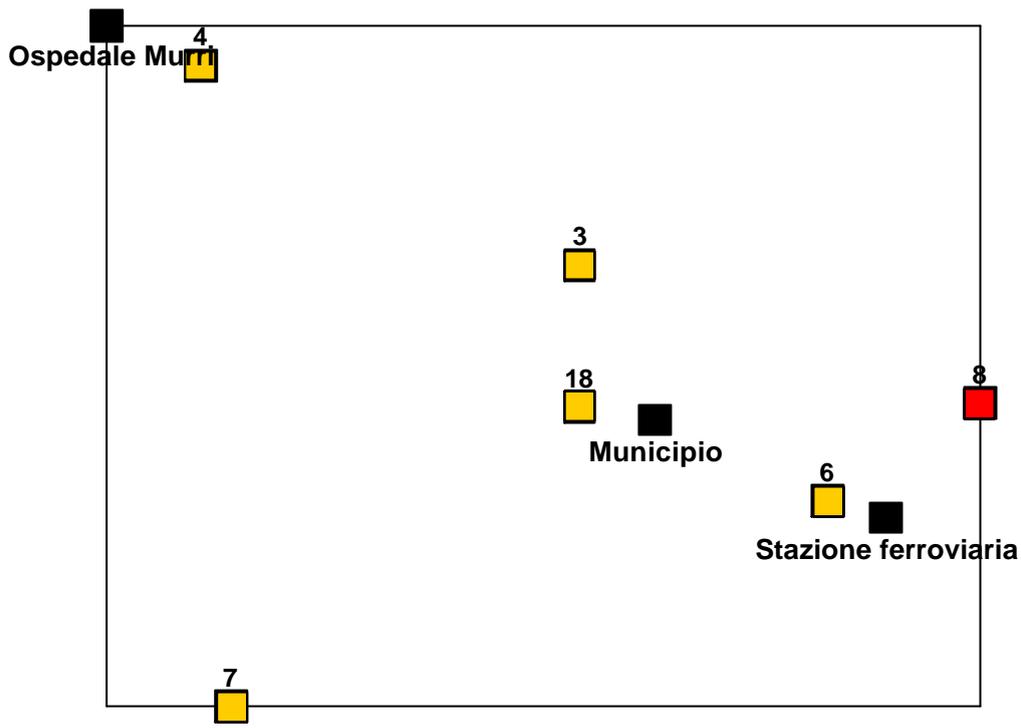


Figura 4.5 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2001 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata.

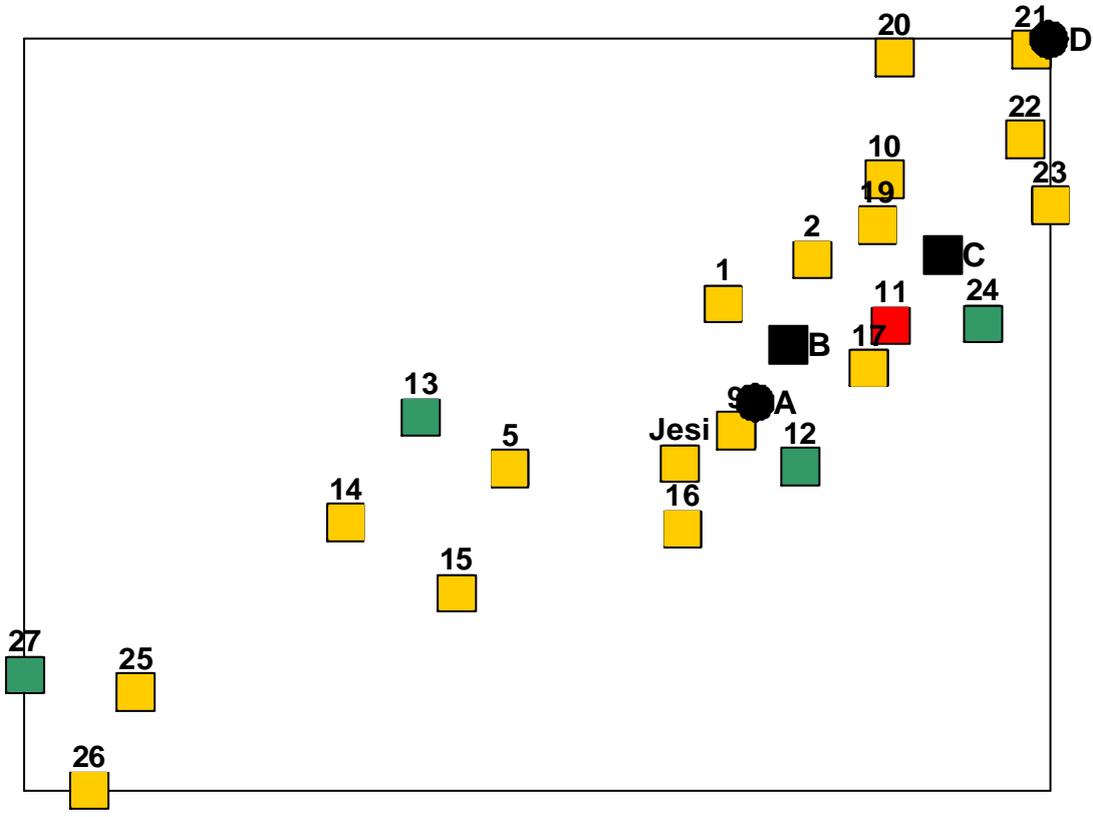
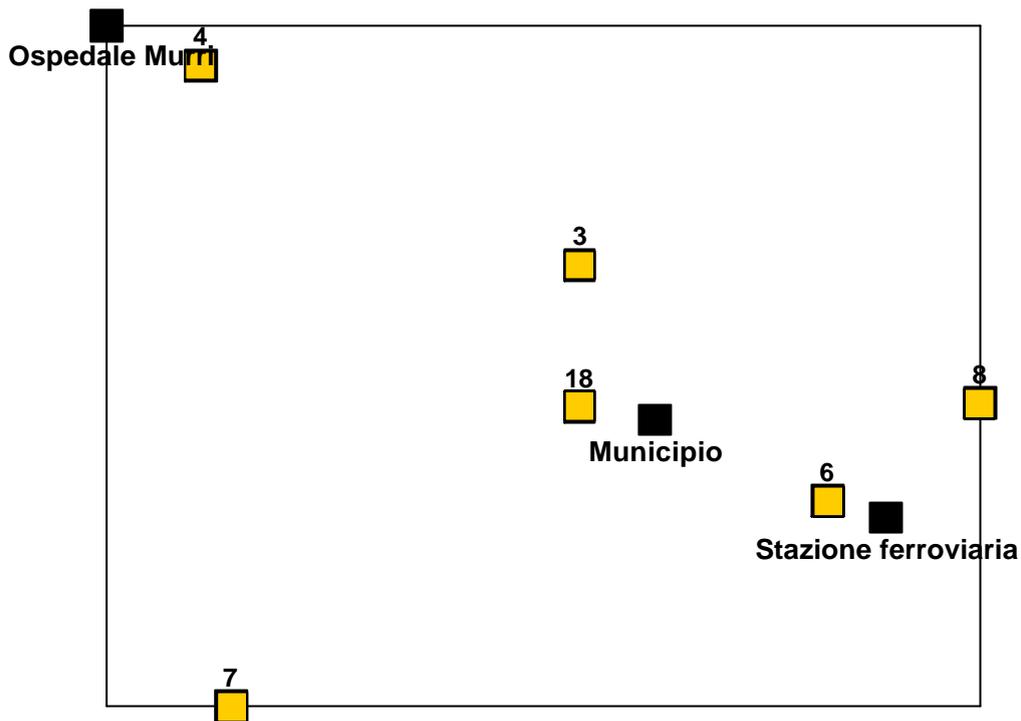
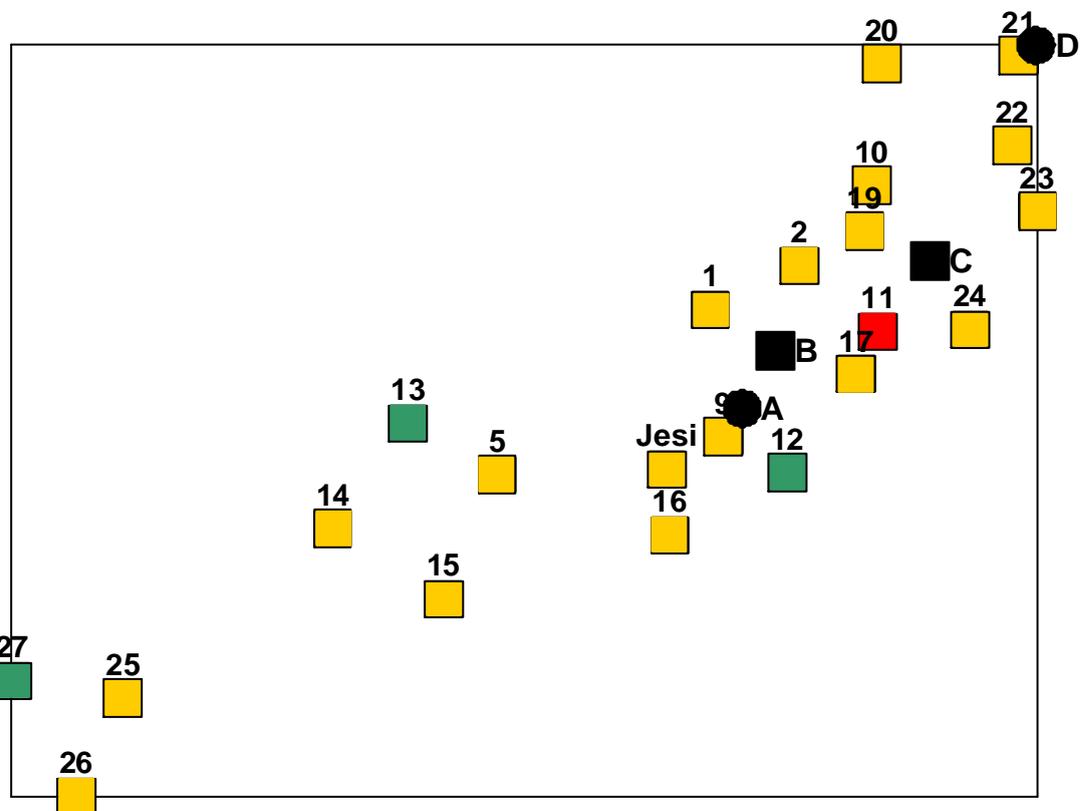


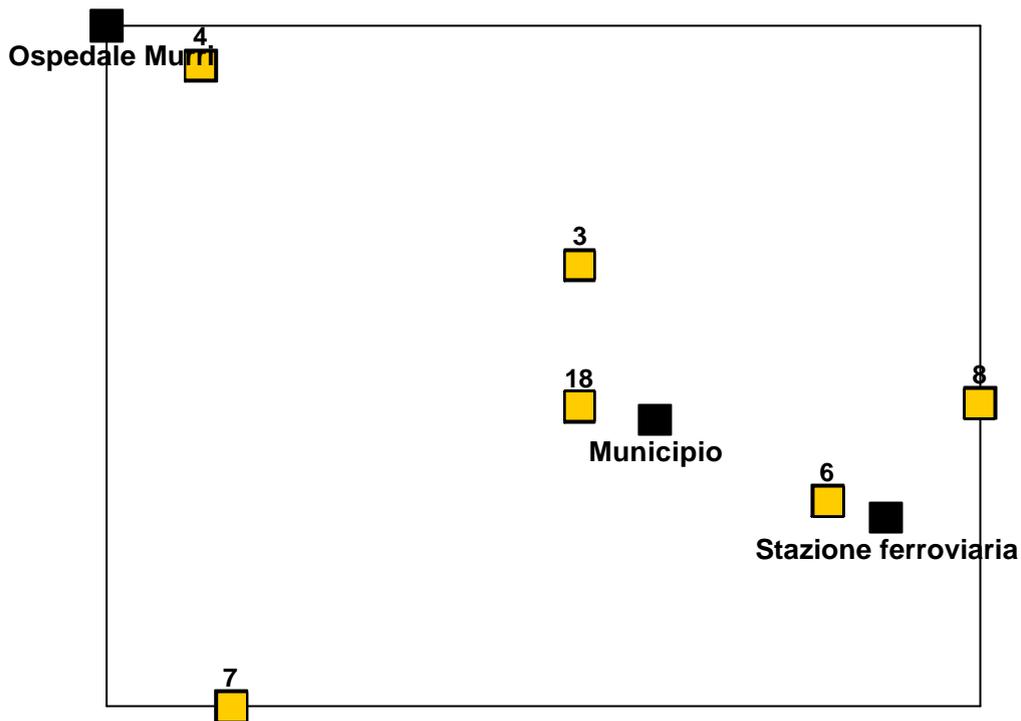
Figura 4.6 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.



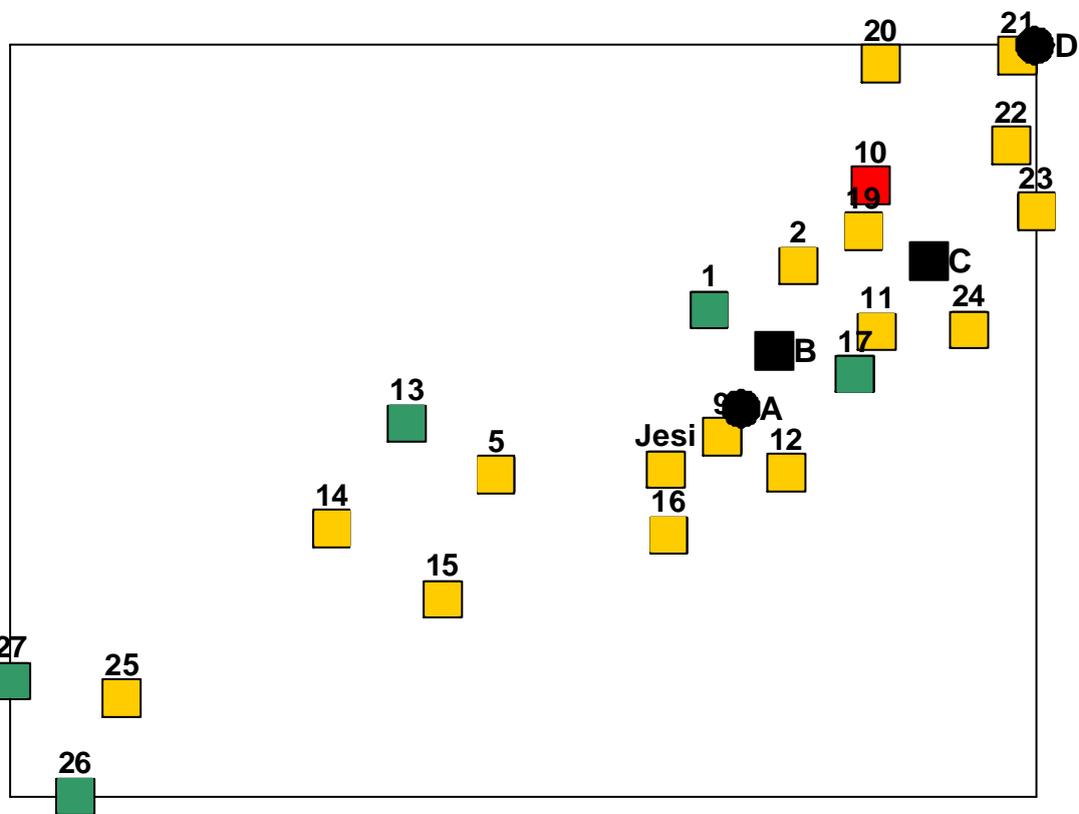
*Figura 4.7 – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell’area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.*



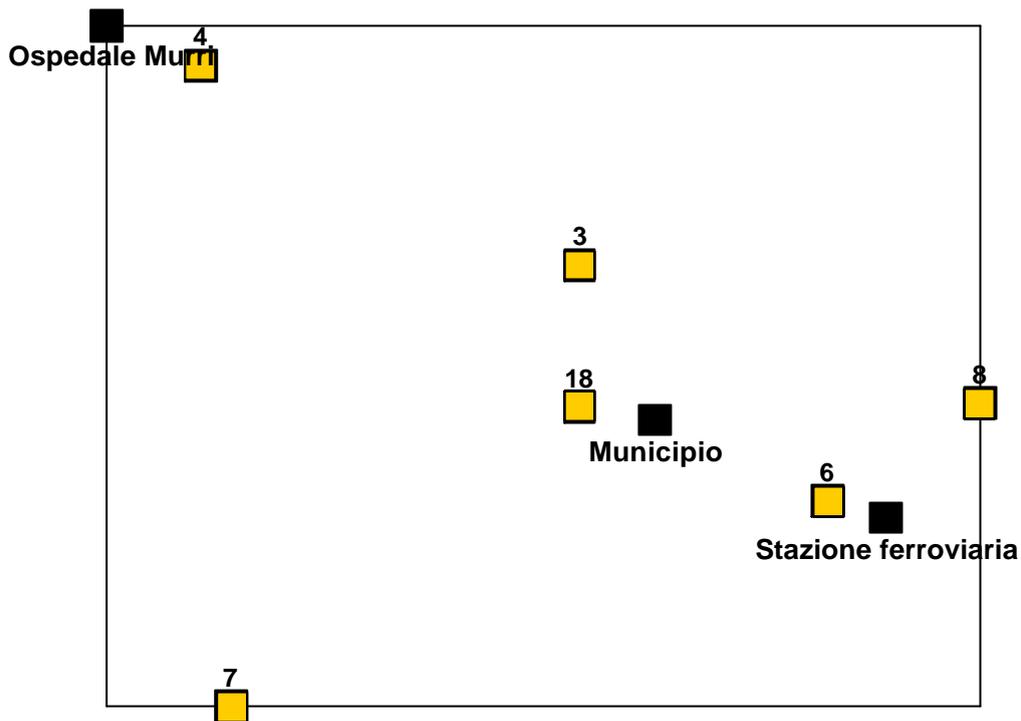
*Figura 4.8 – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2003 nell’area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.*



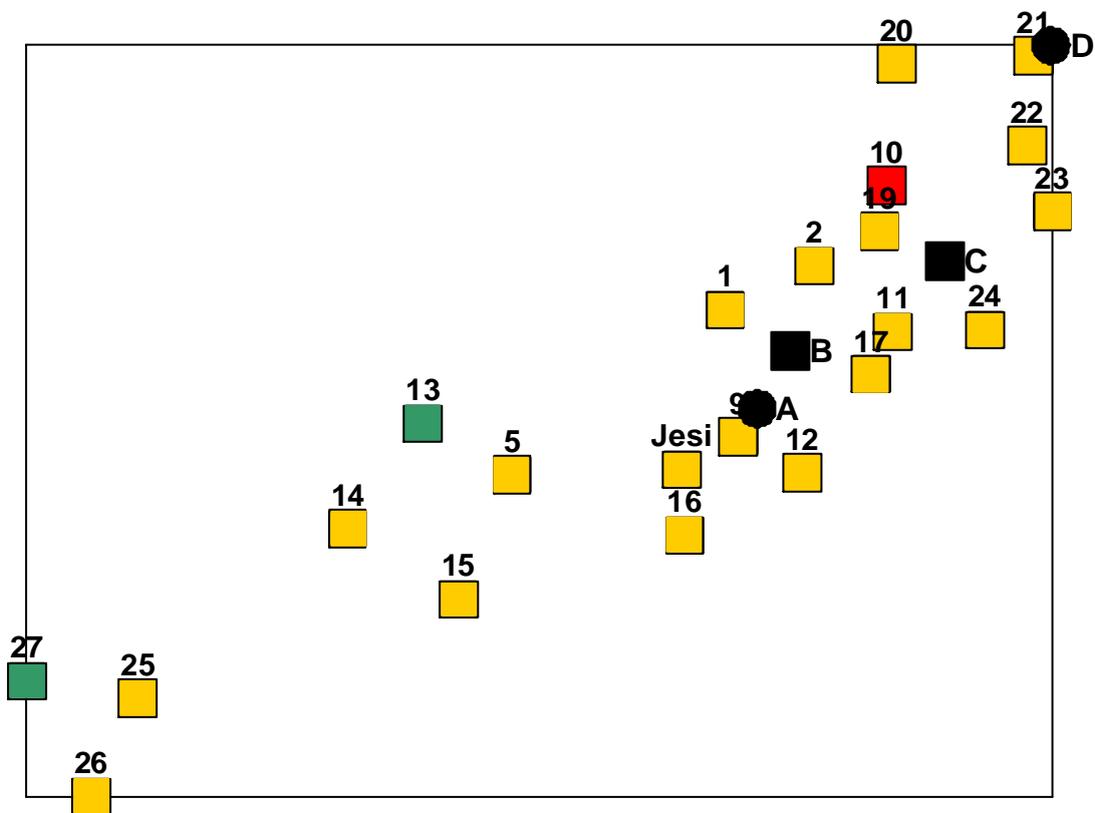
**Figura 4.9** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2003 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.



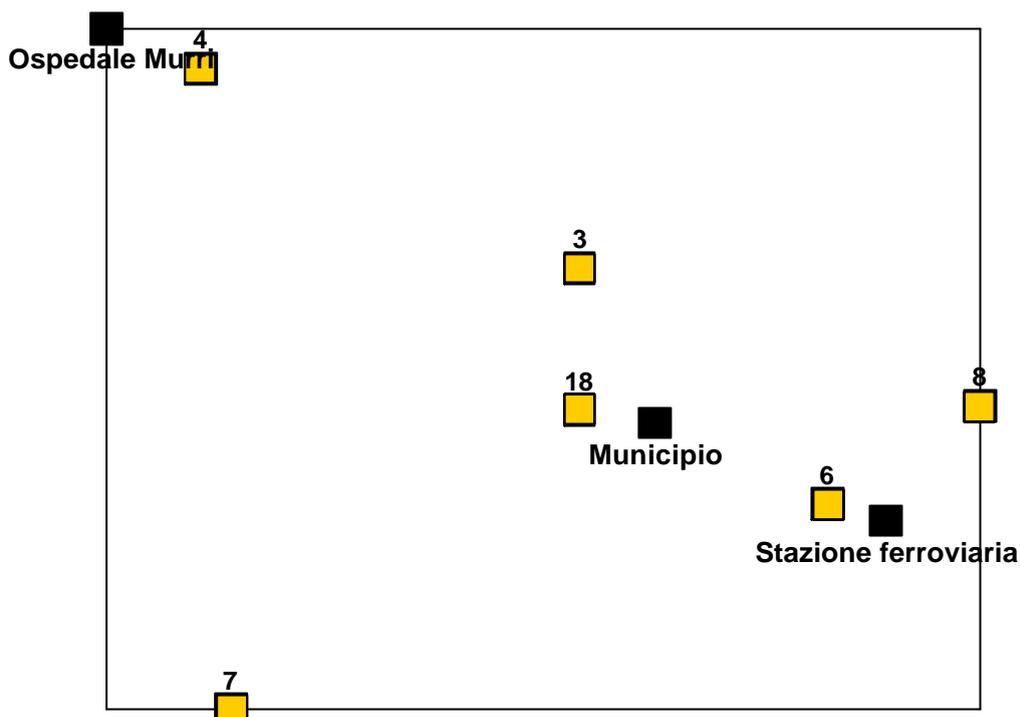
**Figura 4.10** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2004 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.



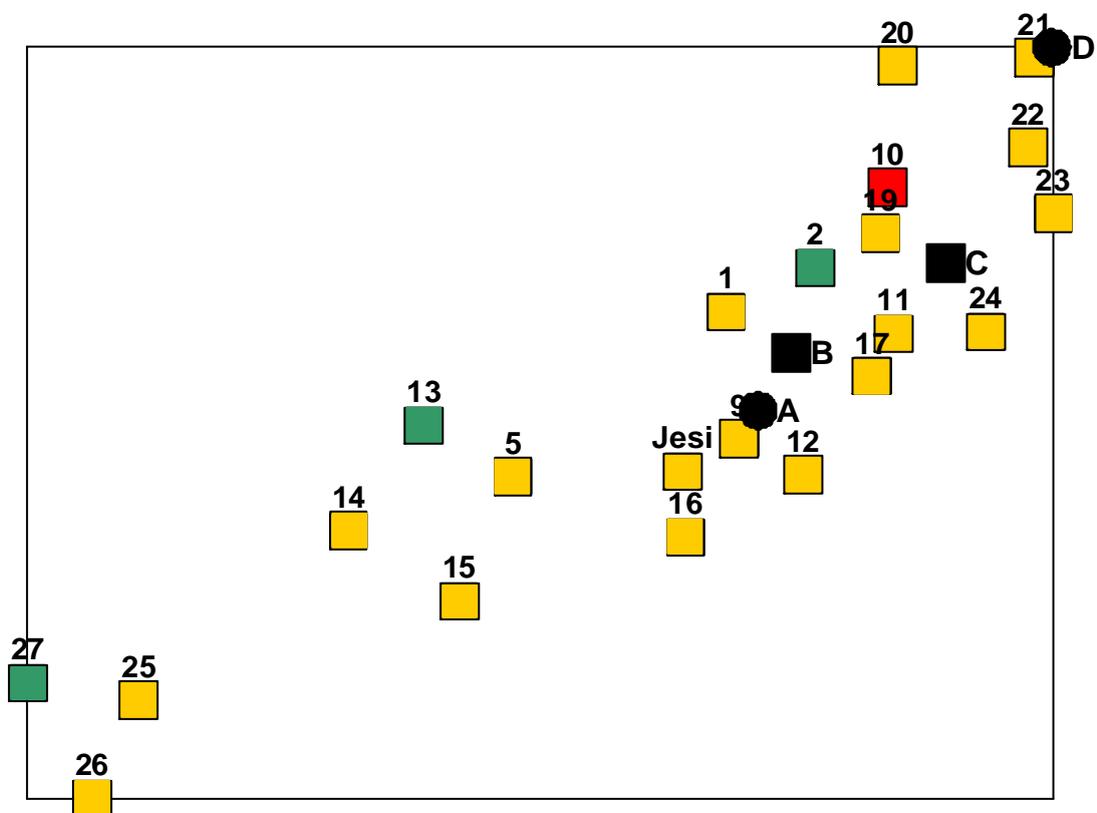
*Figura 4.11 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2004 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.*



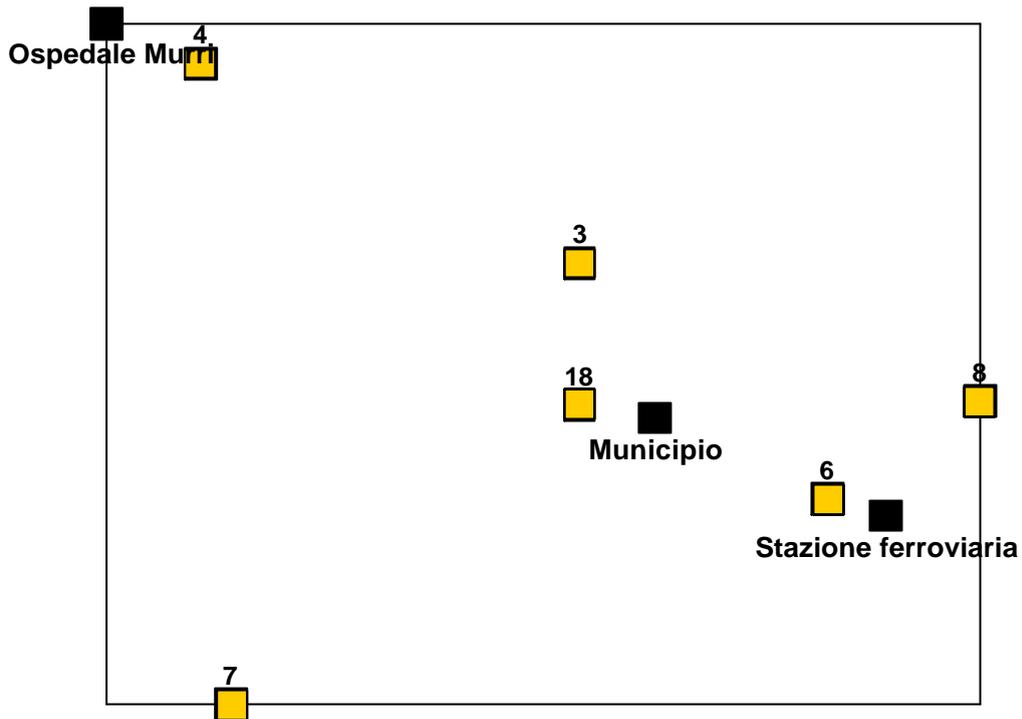
*Figura 4.12 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2005 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.*



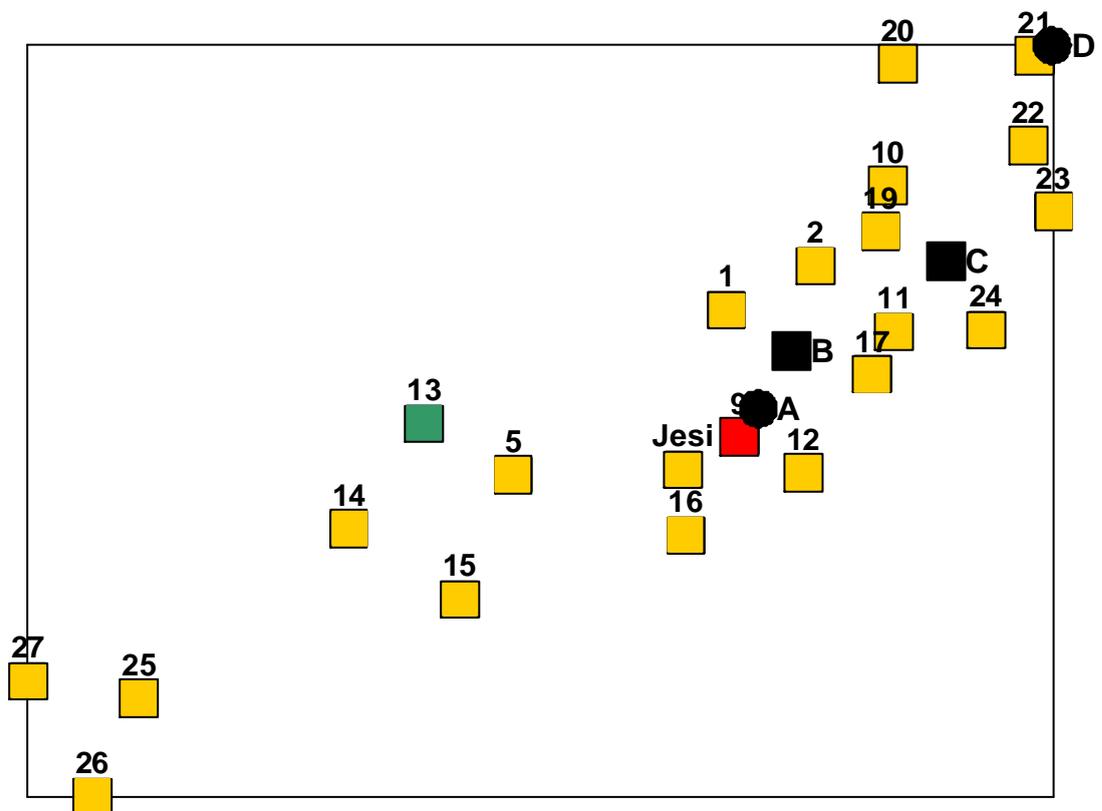
**Figura 4.13** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2005 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.



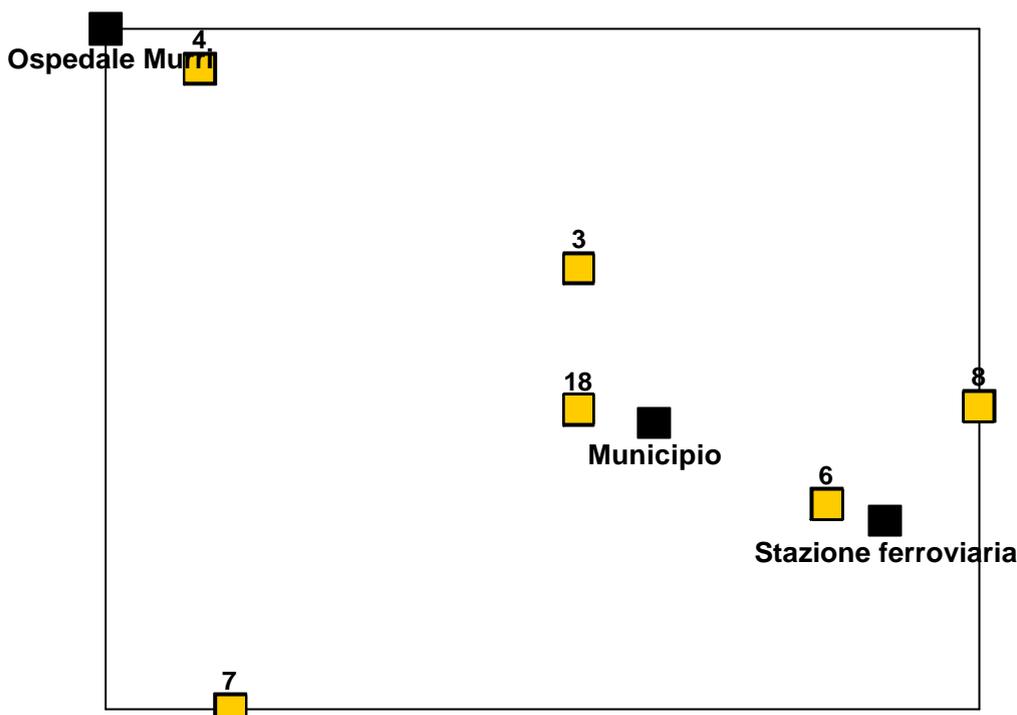
**Figura 4.14** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2006 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.



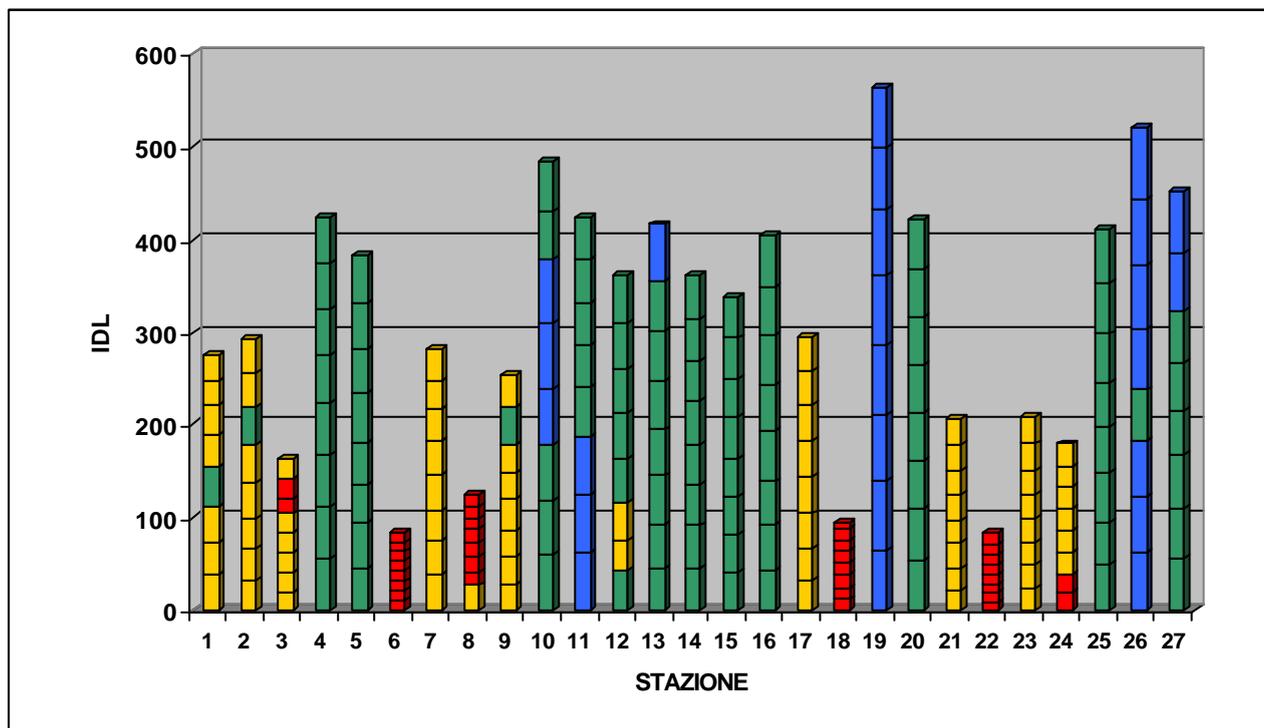
*Figura 4.15 – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2006 nell’area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.*



*Figura 4.16 – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2007 nell’area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.*



**Figura 4.17** – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2007 nell’area urbana di Jesi. ♣ = situazione invariata.



**Figura 4.14** – Istogramma in pila dei valori dell’IDL in ogni stazione negli 8 anni di indagine (2001-2008). Il colore delle barre indica la classe di naturalità/alterazione corrispondente.

Per quanto riguarda il centro urbano di Jesi, nel corso degli 8 anni di indagine si sono verificati cambiamenti soltanto nelle stazioni 3 e 8 (Fig. 4.5, 4.7, 4.9, 4.11, 4.13, 4.15 e 4.17). Il salto dalla fascia di semi-alterazione alla fascia di alterazione nella stazione 8 (Via Cascamificio) è

da imputare però non tanto ad un peggioramento della qualità dell'aria, quanto al fatto che gran parte dei tigli che costeggiavano la via sono stati tagliati. Per questo motivo non è stato possibile eseguire il rilievo sugli stessi alberi utilizzati nella campagna del 2001 e la scelta degli alberi da utilizzare per i campionamenti successivi è stata limitata ai pochi esemplari di tiglio rimasti. Per quanto riguarda la stazione 3 (Jesi, via S. Pietro Martire), quest'anno, al contrario del 2006 e 2007, è stato di nuovo registrato un valore di IDL che rientra nella fascia di semi-alterazione (23). Anche in questo caso tuttavia, il cambiamento potrebbe essere dovuto a minimi spostamenti nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati, in quanto in questa stazione i valori dell'IDL sono molto prossimi al limite di soglia fra la fascia di semi-alterazione e quella di alterazione.

Per quanto riguarda i cambiamenti a livello delle liste floristiche nelle singole stazioni, la comparsa e/o scomparsa di alcune specie in alcune stazioni rientrano per lo più nelle normali fluttuazioni temporali e spaziali delle comunità licheniche epifite oppure sono dovute a piccoli spostamenti nel posizionamento del reticolo sul tronco dell'albero.

## 4.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA

In tabella 4.5 sono riportate le concentrazioni degli elementi in traccia analizzate all'interno dei talli trapiantati di *Evernia prunastri*.

La qualità delle analisi di bioaccumulo sui talli lichenici viene garantita dall'analisi del materiale standard di riferimento IAEA-336 'lichene'. Nella presente indagine i valori di Se misurati nello standard sono risultati molto superiori rispetto ai valori di riferimento (International Atomic Energy Agency). Tale elemento non è stato quindi considerato nelle elaborazioni poiché i suoi valori non erano attendibili.

	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>M</b>	<b>DS</b>	<b>CV%</b>
<b>Ag</b>	0,055	0,028	0,028	0,031	0,036	0,049	0,053	0,041	0,034	0,049	0,040	0,011	26,2
<b>Al</b>	286	298	249	298	358	367	311	288	278	273	301	36,6	12,2
<b>As</b>	0,20	0,27	0,26	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,31	0,30	0,28	0,03	10,9
<b>Ba</b>	19,5	20,7	21,7	21,1	23,0	21,6	23,8	25,5	22,1	22,4	22,12	1,67	7,57
<b>Be</b>	0,028	0,035	0,026	0,064	0,029	0,035	0,055	0,050	0,038	0,040	0,04	0,01	31,3
<b>Bi</b>	0,12	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,18	0,10	0,07	0,12	0,10	0,04	40,0
<b>Ca</b>	2678	3220	3400	3189	3709	3253	3902	5878	3436	3313	3598	864	24,0
<b>Cd</b>	0,068	0,077	0,114	0,086	0,072	0,088	0,070	0,094	0,083	0,075	0,083	0,014	16,9
<b>Co</b>	0,16	0,18	0,19	0,18	0,20	0,21	0,20	0,25	0,22	0,23	0,20	0,03	13,7
<b>Cr</b>	1,03	2,57	3,09	2,78	3,34	2,15	2,85	2,63	1,76	2,09	2,43	0,69	28,2
<b>Cs</b>	0,045	0,050	0,047	0,053	0,060	0,057	0,050	0,057	0,055	0,055	0,053	0,005	9,10
<b>Cu</b>	13,83	12,42	5,84	11,28	6,52	8,63	13,24	8,44	6,62	6,79	9,36	3,06	32,7
<b>Fe</b>	263	495	496	542	597	557	621	639	358	400	497	122,2	24,6

<b>Ga</b>	0,12	0,13	0,13	0,14	0,16	0,15	0,14	0,16	0,15	0,15	0,14	0,01	10,1
<b>In</b>	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	39,6
<b>K</b>	1444	1488	1522	1525	1300	1501	1683	1648	1925	1807	1584	184	11,6
<b>Mg</b>	868,15	844,55	873,44	866,89	814,75	931,03	829,60	989,60	1111,29	1041,87	917	99,4	10,8
<b>Mn</b>	14,7	15,7	14,1	15,8	16,5	20,2	18,3	19,8	18,2	19,5	17,3	2,20	12,7
<b>Na</b>	721	715	1073	1085	879	1098	1126	972	1971	1744	1139	410	36,1
<b>Ni</b>	9,641	4,627	4,139	6,871	3,774	4,284	4,052	5,355	4,924	4,760	5,243	1,778	33,9
<b>Pb</b>	2,47	2,33	2,65	2,94	2,94	3,21	3,32	3,37	2,51	2,95	2,87	0,37	12,8
<b>Rb</b>	1,21	1,43	1,24	1,44	1,32	1,70	1,41	1,71	1,86	1,78	1,51	0,23	15,3
<b>Sr</b>	43,7	40,8	45,3	45,2	44,4	42,2	40,5	52,0	49,9	46,4	45,04	3,70	8,22
<b>Tl</b>	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,017	0,012	0,016	0,014	0,015	0,013	0,002	17,3
<b>U</b>	0,035	0,041	0,036	0,043	0,045	0,043	0,038	0,050	0,043	0,043	0,04	0,00	10,4
<b>V</b>	0,89	1,01	1,16	1,15	1,29	1,19	1,17	1,47	1,22	1,25	1,18	0,15	13,1
<b>Zn</b>	28,51	27,79	22,22	32,89	27,98	30,41	29,35	38,83	30,63	33,90	30,25	4,39	14,5

**Tabella 4.5** - Concentrazione degli elementi in traccia nei talli trapiantati di *Evernia prunastri* dopo i tre mesi di esposizione e nel campione di controllo. *B1* = campione di controllo; *M* = valore medio per Jesi; *DS* = deviazione standard; *CV* = coefficiente di variazione (%).

I coefficienti di variazione percentuale indicano che le concentrazioni della maggior parte degli elementi esaminati sono sostanzialmente simili fra una stazione e l'altra. I valori più elevati ( $CV > 30\%$ ) riguardano Be, Cu, In, Na e Ni.

In tabella 4.6 sono riportati i risultati del confronto statistico (Test U di Mann-Whitney) fra le concentrazioni degli elementi in traccia nei talli trapiantati e i valori registrati nel controllo. Nella maggior parte dei casi si tratta di differenze statisticamente significative. Tuttavia, nella maggior parte delle stazioni le concentrazioni di Be, In e Tl non sono risultate significativamente diverse rispetto al bianco.

Un problema ricorrente negli studi di trapianto è quello della variabilità della concentrazione di background degli elementi nell'area di controllo dove vengono raccolti i campioni da trapiantare. Infatti, in uno studio di biomonitoraggio a lungo termine, occorre raccogliere materiale lichenico fresco all'inizio di ogni campagna. Tuttavia è possibile che le concentrazioni degli elementi nei talli di controllo risultino diverse di anno in anno anche se il materiale viene raccolto nella medesima area remota. Per questo motivo diventa problematico interpretare i risultati di bioaccumulo e individuare i trend di inquinamento atmosferico nel tempo.

Per risolvere tale problema, in questo studio, è stato calcolato il rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo prima dell'esposizione (EC ratio). I risultati sono stati interpretati attraverso la scala a 5 classi riportata in Tab. 4.7. Tale scala è stata elaborata basandosi sul fatto che in assenza di accumulo il rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo è uguale a 1 (condizione normale). È stata considerata una deviazione di  $\pm 25\%$  per comprendere le fluttuazioni naturali nelle concentrazioni degli elementi in traccia nell'organismo

utilizzato come biomonitor (Loppi *et al.*, 2002b). Le altre classi di accumulo/perdita sono state basate su progressive deviazioni di  $\pm 25\%$ .

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
<b>Ag</b>	S	S	S	S	NS	NS	S	S	NS
<b>Al</b>	S	S	S	S	S	S	NS	S	NS
<b>As</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Ba</b>	NS	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Be</b>	NS	NS	S	NS	NS	S	NS	NS	NS
<b>Bi</b>	S	S	S	S	S	S	NS	S	NS
<b>Ca</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Cd</b>	S	S	S	NS	S	NS	S	S	NS
<b>Co</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Cr</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Cs</b>	S	NS	S	S	S	S	S	S	S
<b>Cu</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Fe</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Ga</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>In</b>	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS	S
<b>K</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Mg</b>	S	NS	NS	S	S	S	S	S	S
<b>Mn</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Na</b>	NS	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Ni</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Pb</b>	NS	NS	S	S	S	S	S	NS	NS
<b>Rb</b>	S	NS	S	S	S	S	S	S	S
<b>Sr</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	NS
<b>Tl</b>	NS	NS	NS	NS	S	NS	S	S	S
<b>U</b>	S	NS	S	S	S	S	S	S	S
<b>V</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Zn</b>	S	S	S	S	S	NS	S	S	S

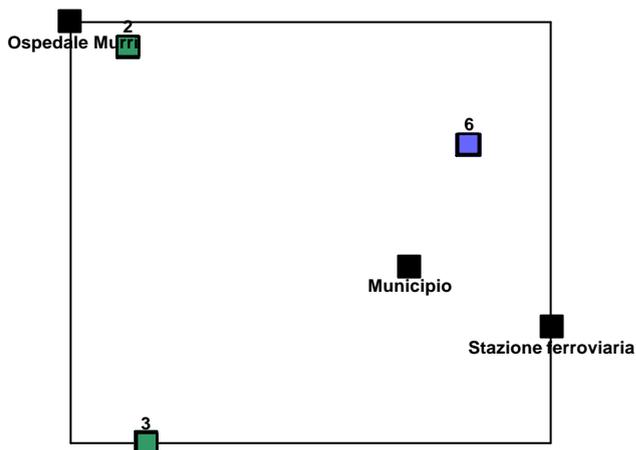
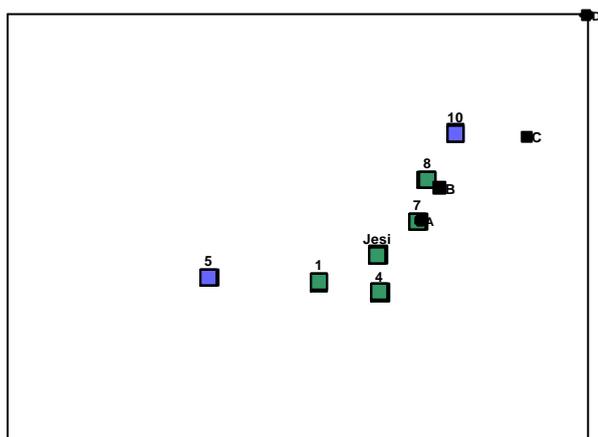
**Tabella 4.6** – Risultati del confronto statistico (test U di Mann-Whitney) fra le concentrazioni degli elementi in traccia nel campione di controllo e quelli nei talli trapiantati. S = differenze significative ( $p < 0,05$ ); NS = differenze non significative.

Di seguito, per ogni elemento analizzato sono state elaborate due carte, una relativa all'area di studio in generale, dove la città di Jesi è rappresentata da un singolo quadratino che rispecchia il valore medio dell'EC ratio delle tre stazioni urbane, e l'altra relativa al centro urbano di Jesi, dove le tre stazioni sono state considerate separatamente.

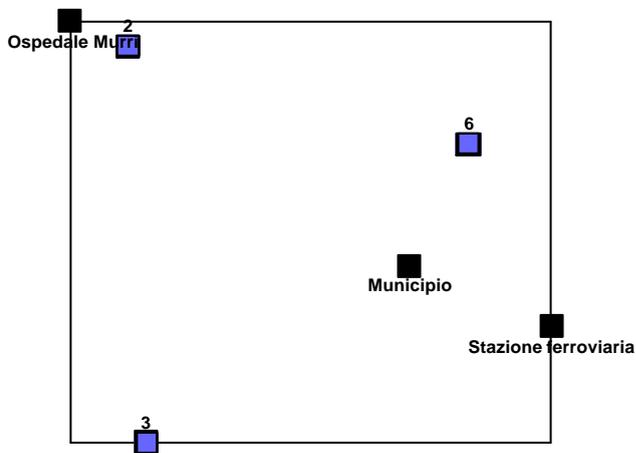
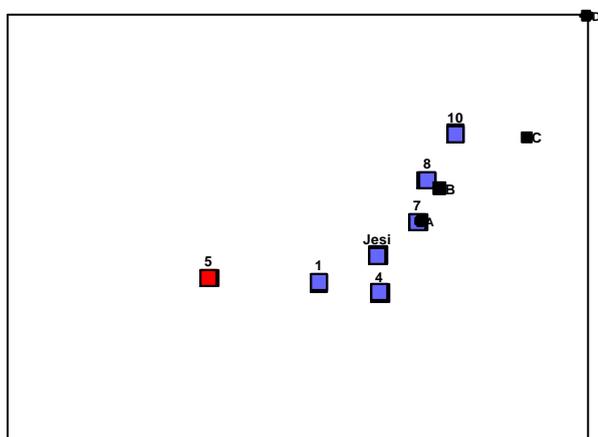
EC ratio	accumulo/perdita	colore
0-0,25	forte perdita	—
0,25-0,75	perdita	—
0,75-1,25	condizione normale	—
1,25-1,75	accumulo	—
>1,75	forte accumulo	—

**Tabella 4.7-** Scala utilizzata per l'interpretazione del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo.

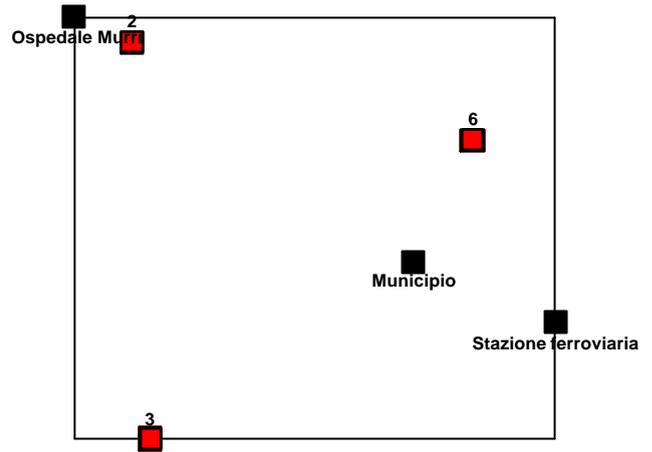
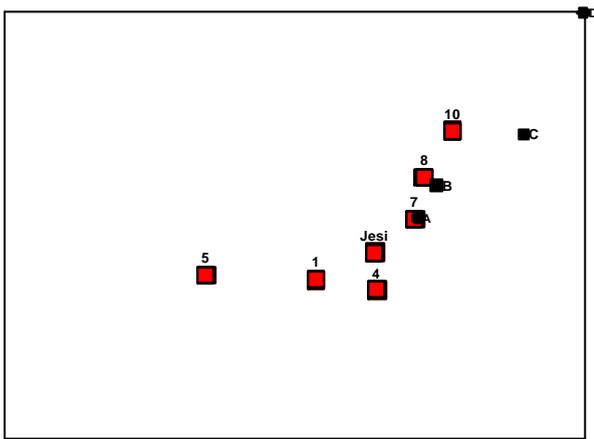
### Argento:



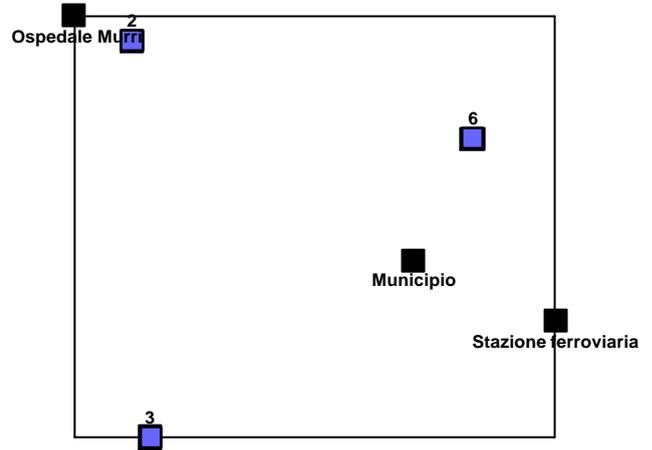
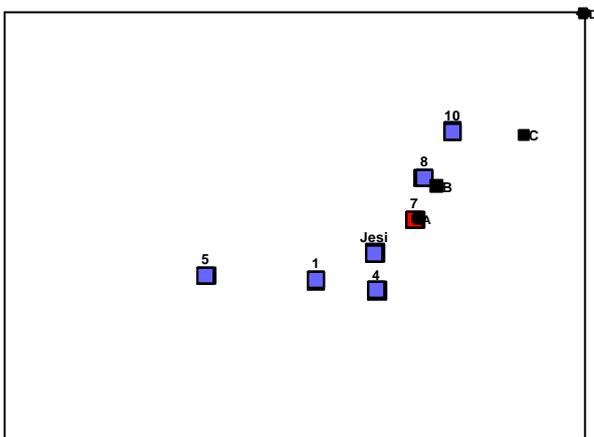
### Alluminio:



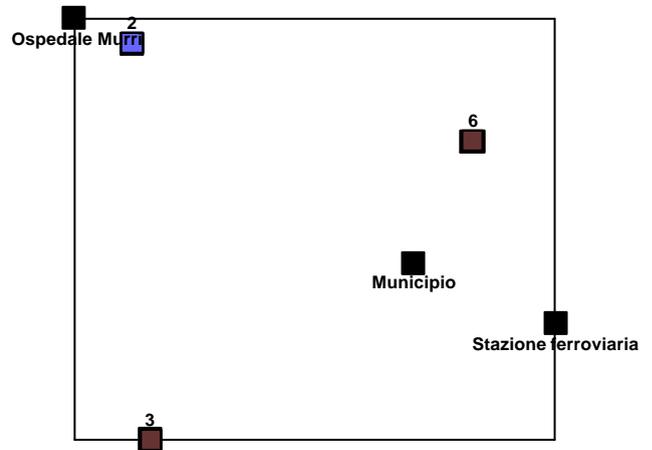
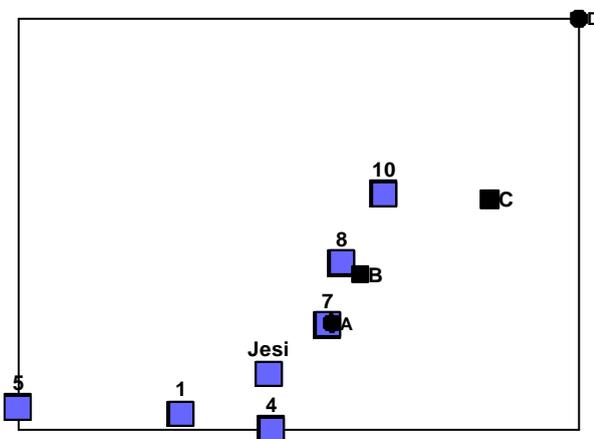
**Arsenico:**



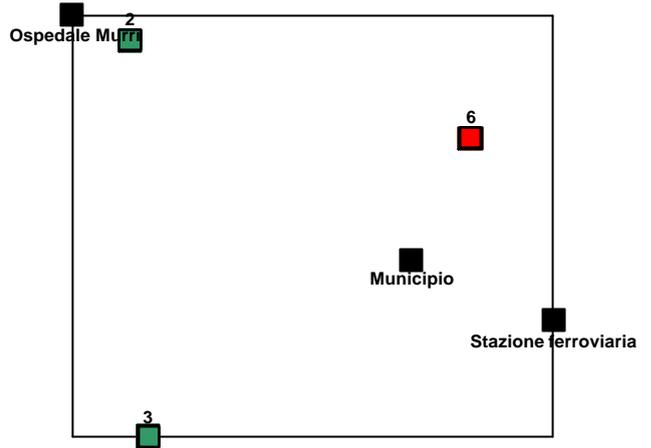
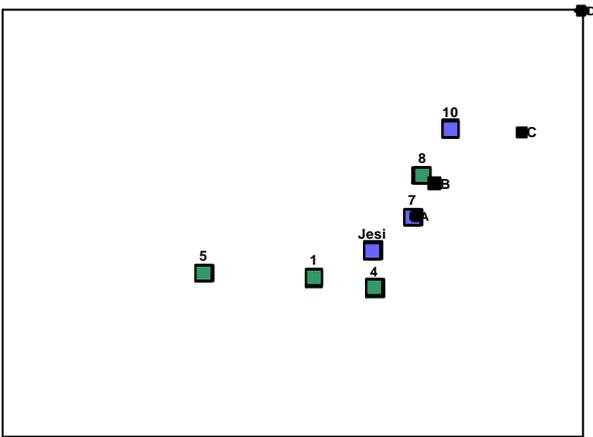
**Bario:**



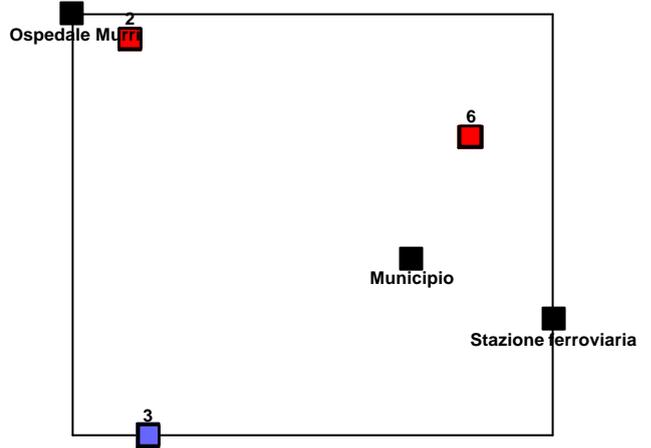
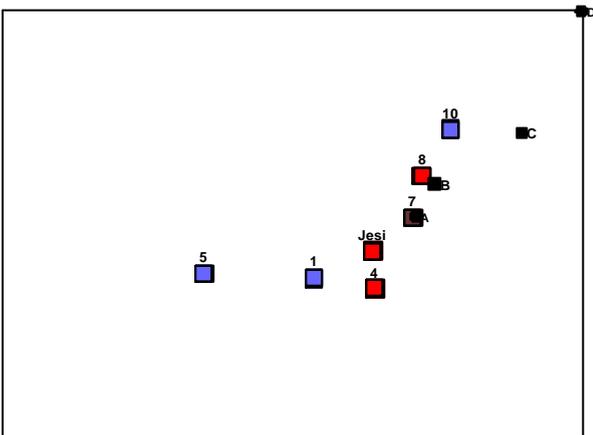
**Berillio:**



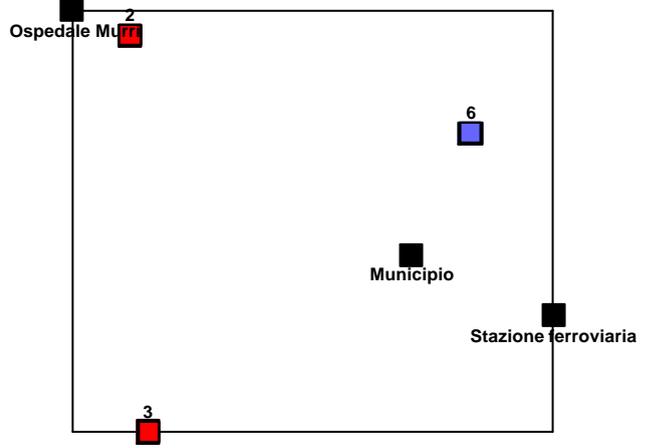
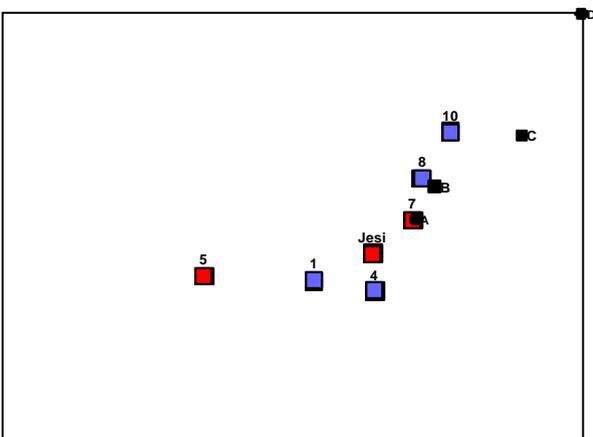
**Bismuto:**



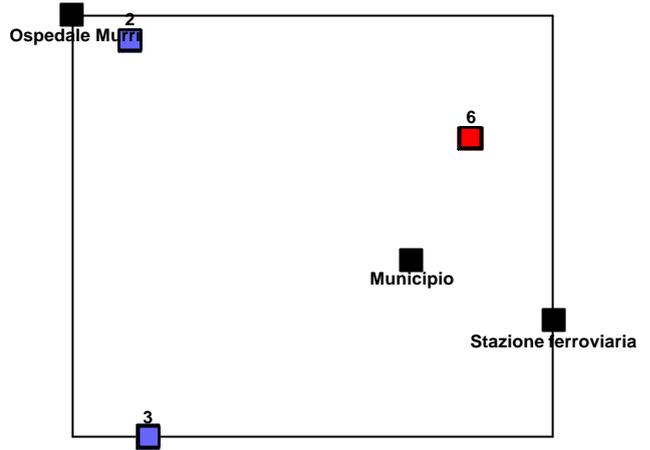
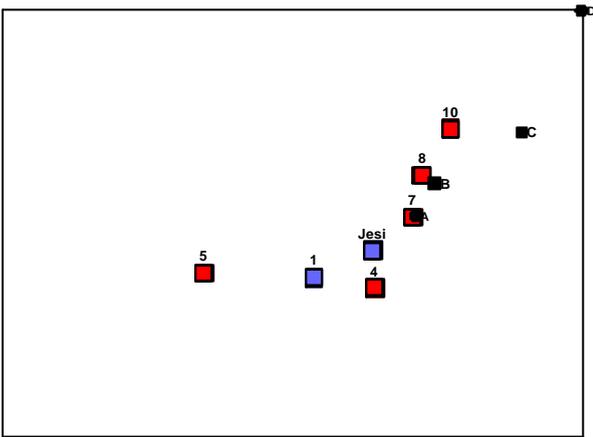
**Calcio:**



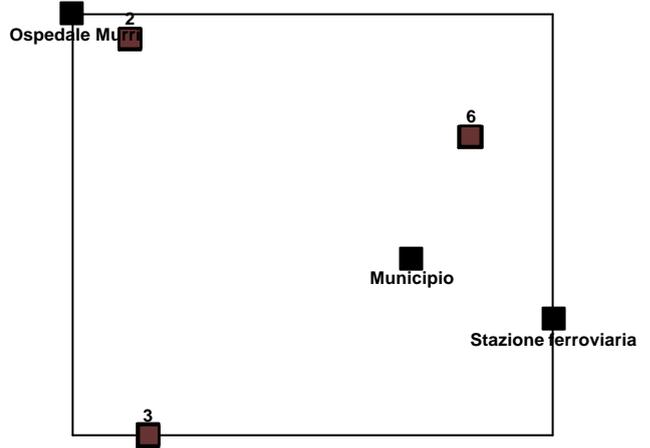
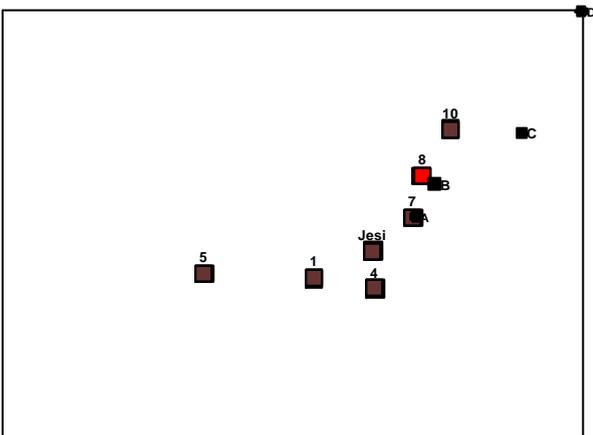
**Cadmio:**



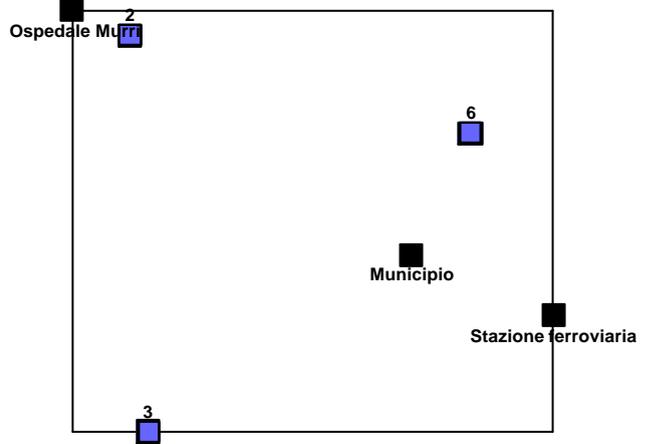
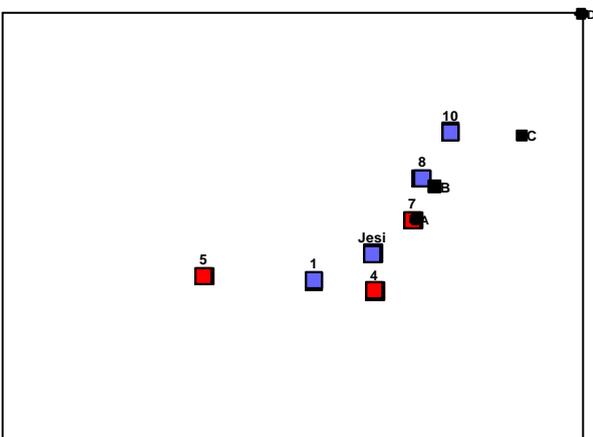
**Cobalto:**



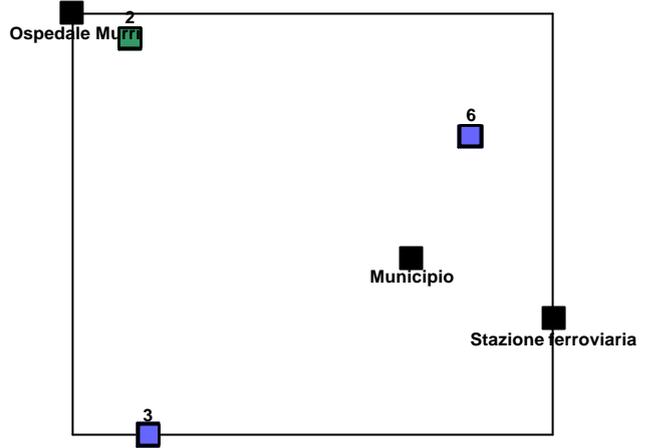
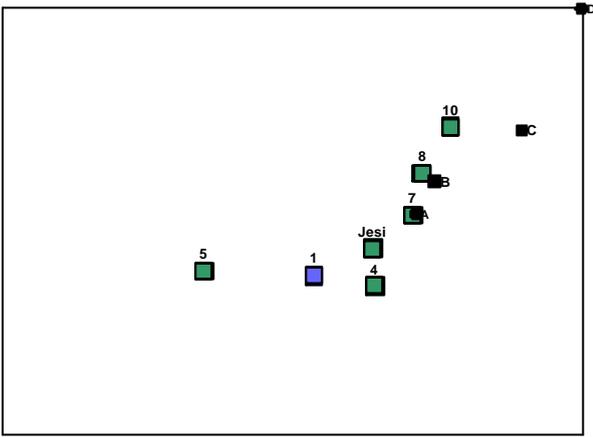
**Cromo:**



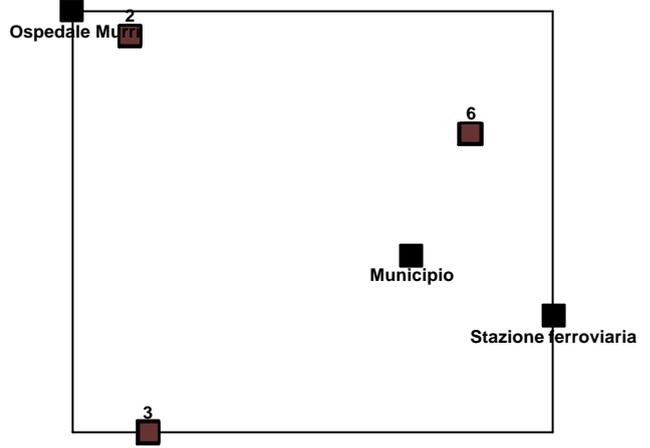
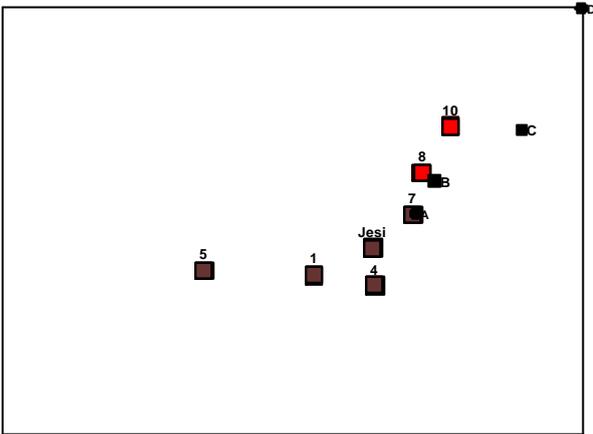
**Cesio:**



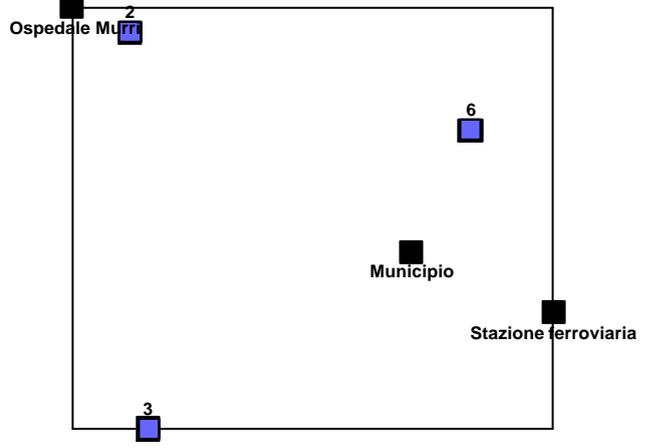
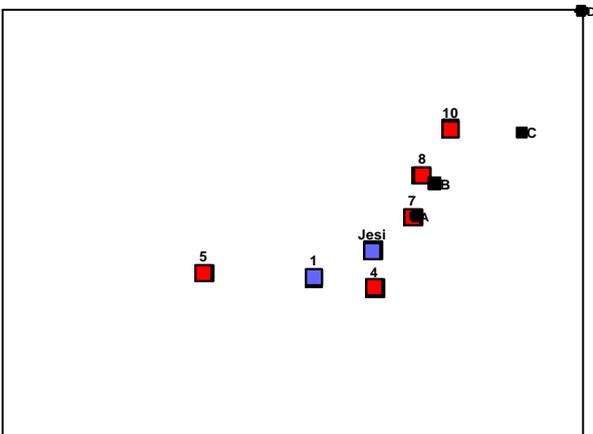
**Rame:**



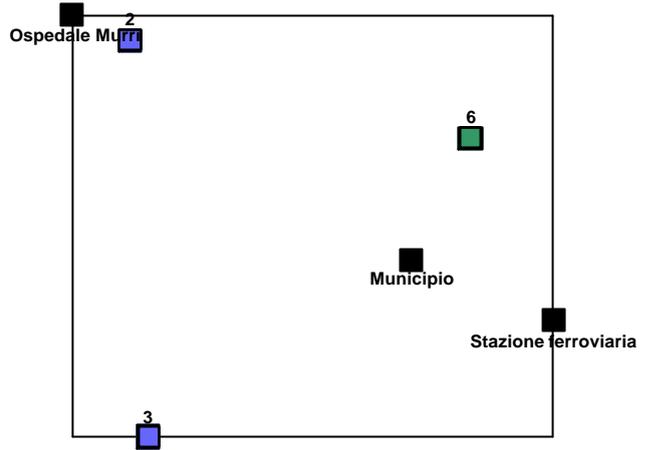
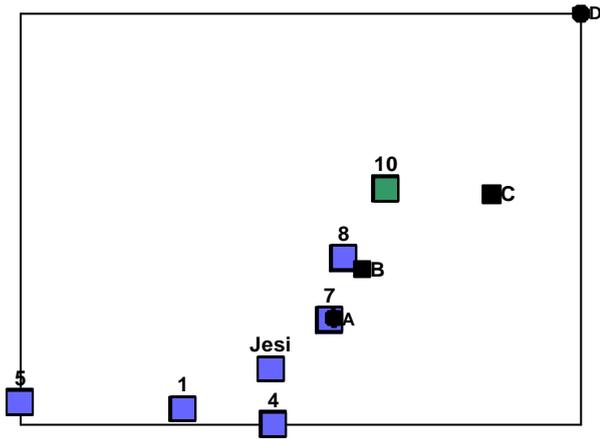
**Ferro:**



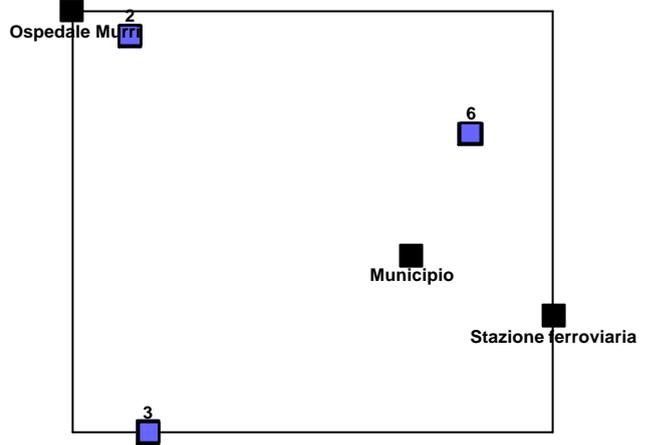
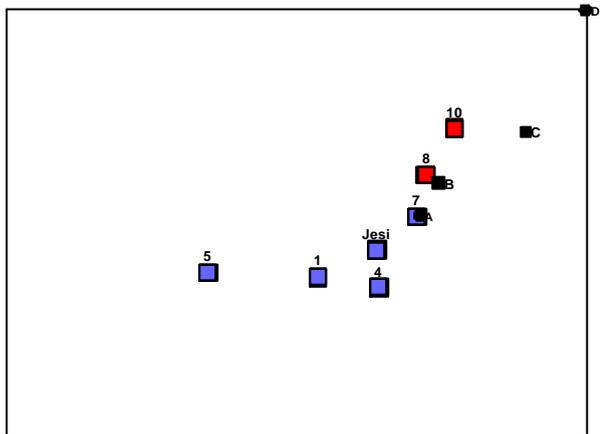
**Gallio:**



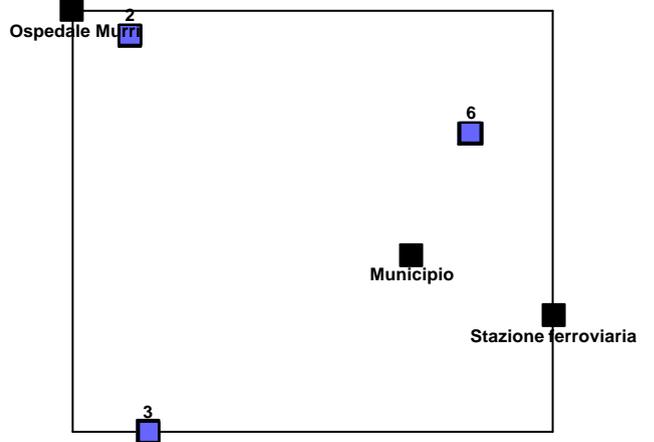
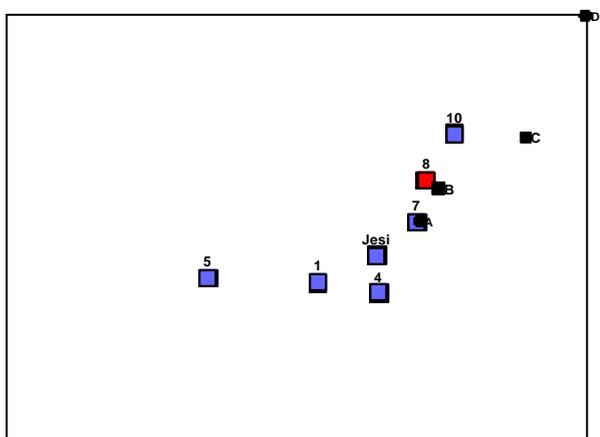
**Indio:**



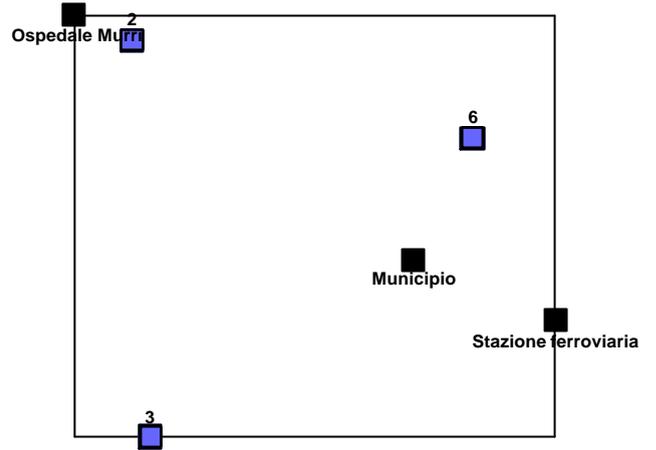
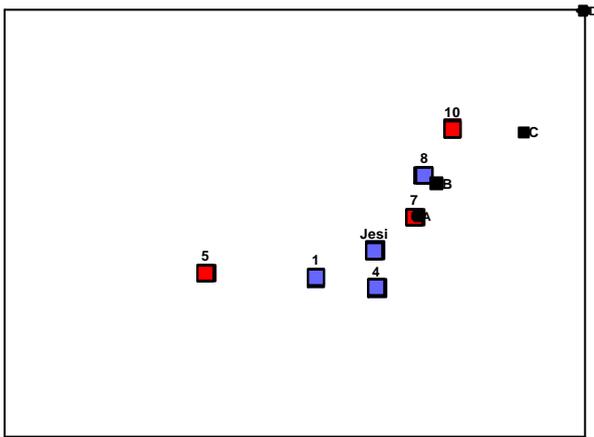
**Potassio:**



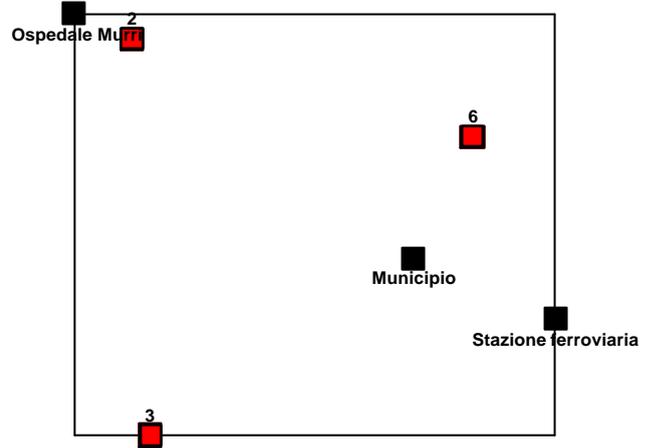
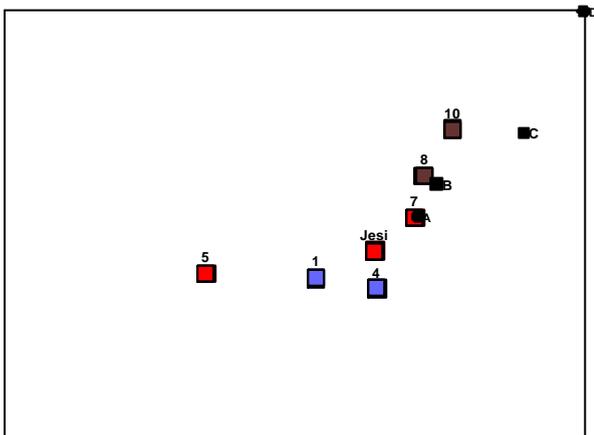
**Magnesio:**



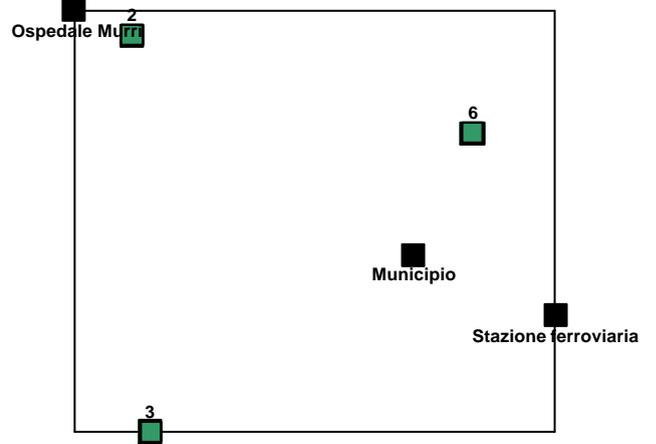
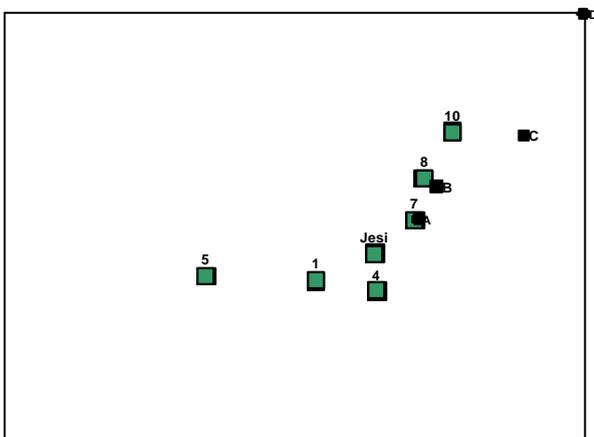
**Manganese:**



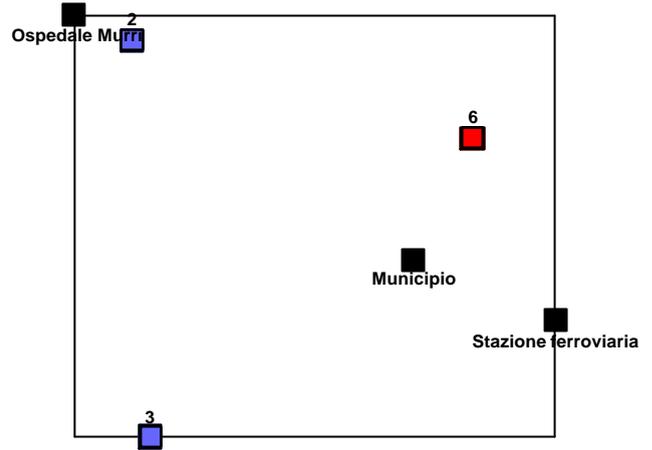
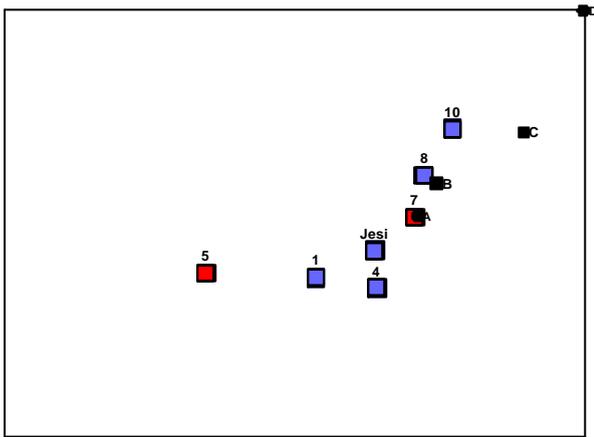
**Sodio:**



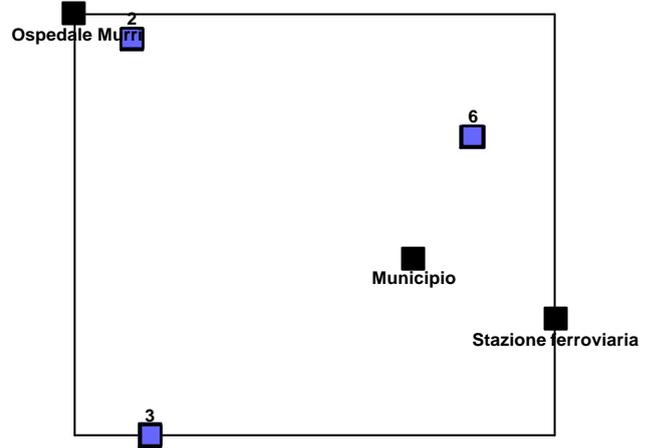
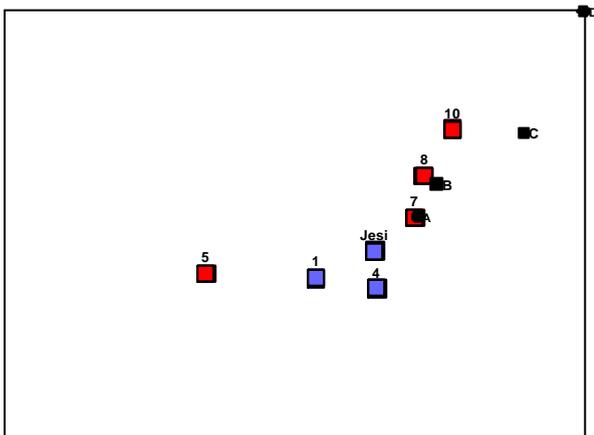
**Nichel:**



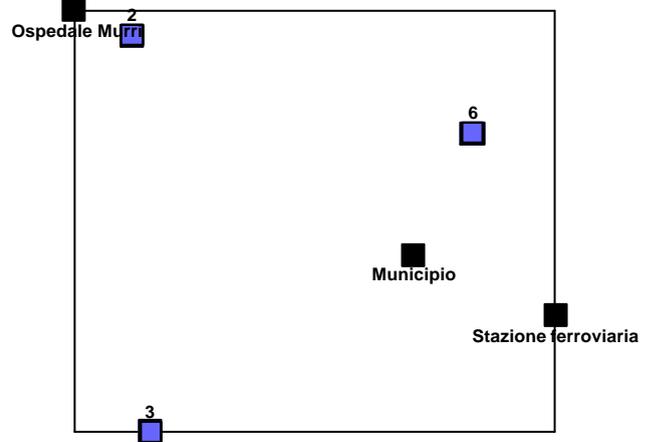
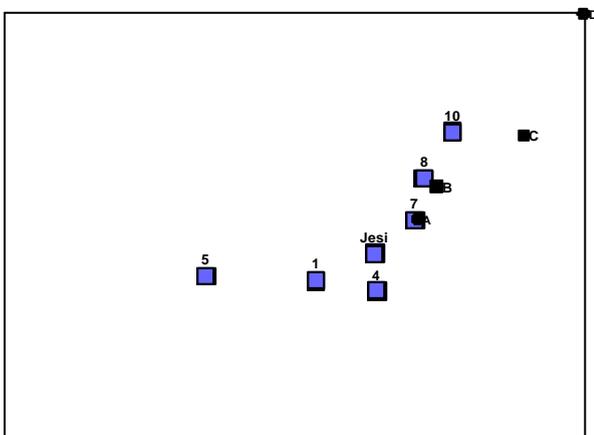
**Piombo:**



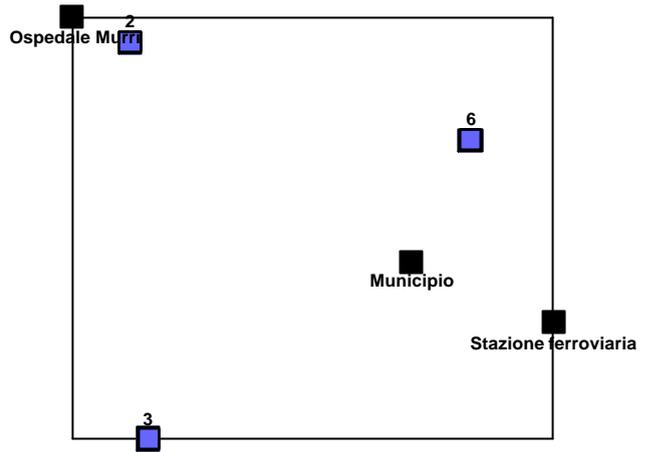
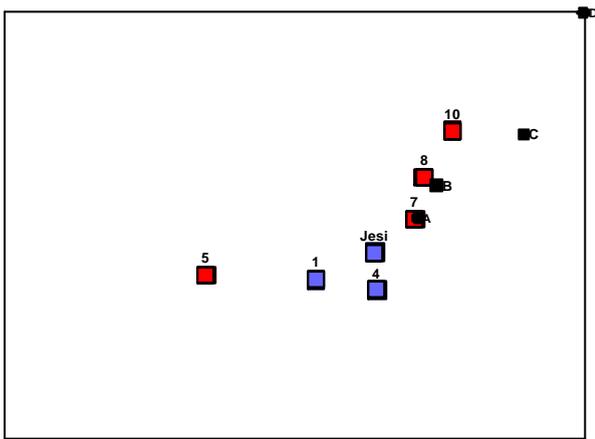
**Rubidio:**



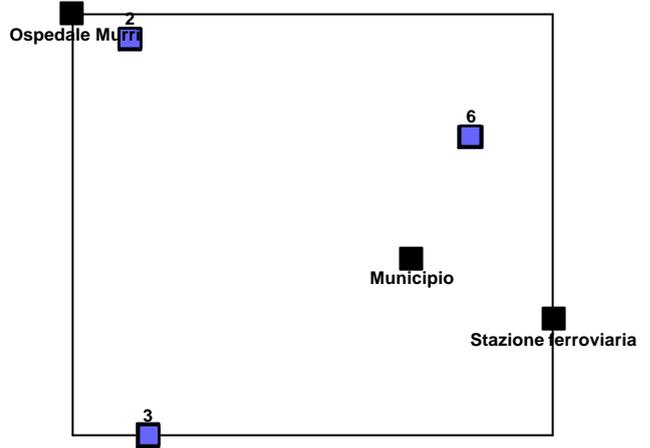
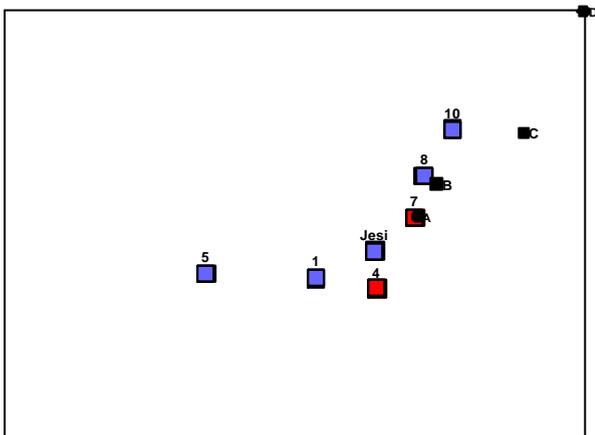
**Stronzio:**



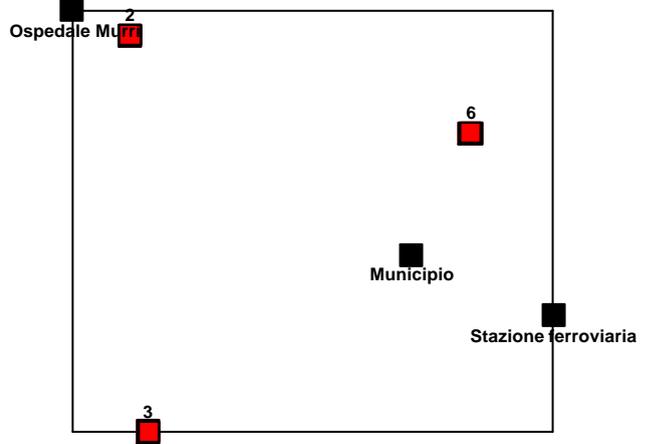
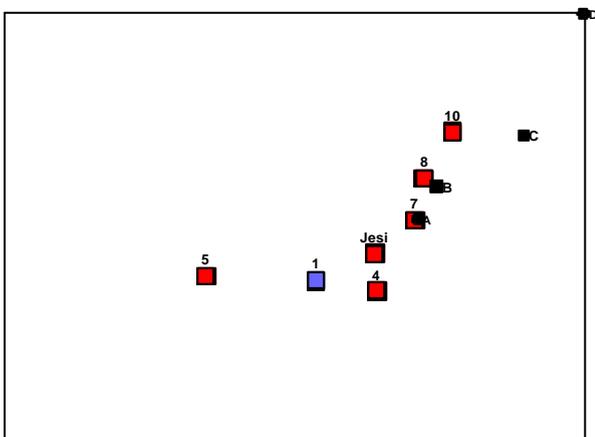
**Tallio:**



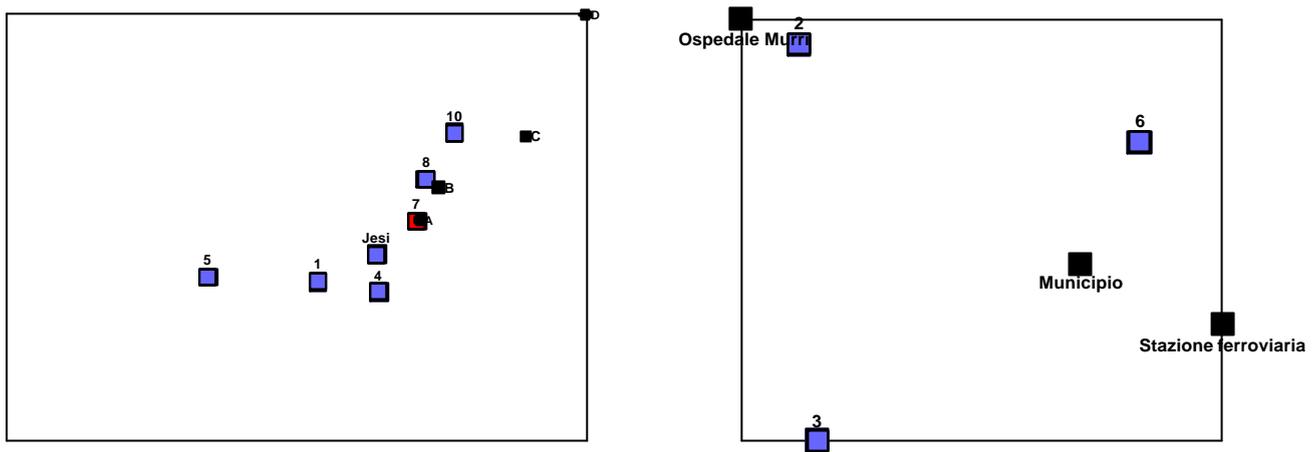
**Uranio:**



**Vanadio:**



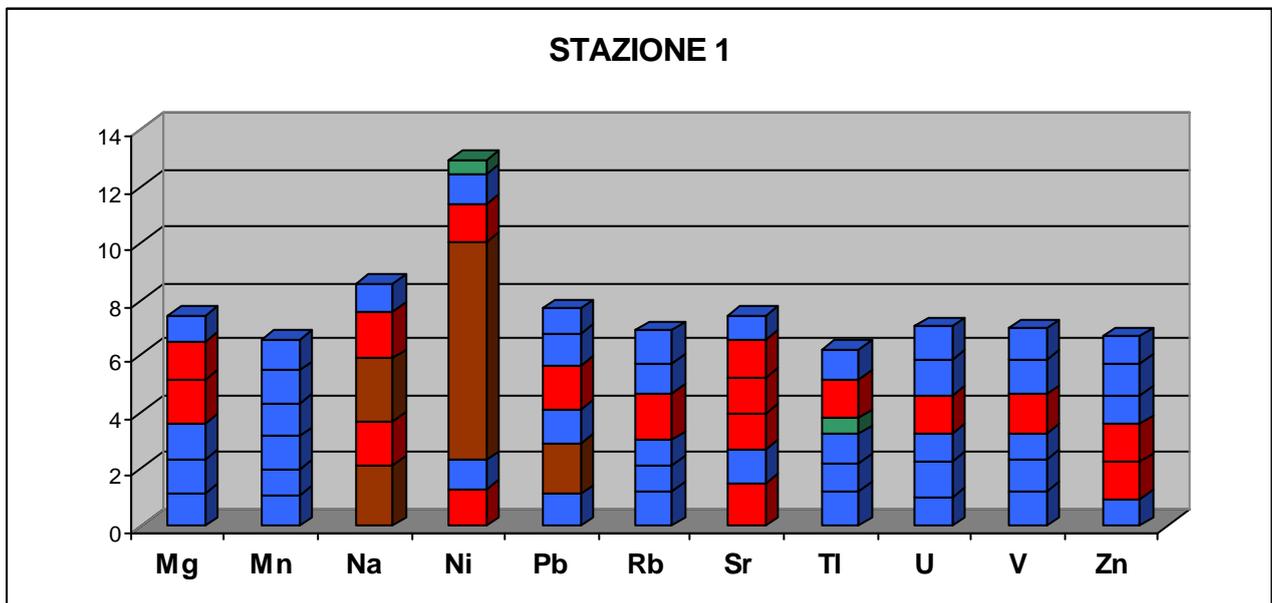
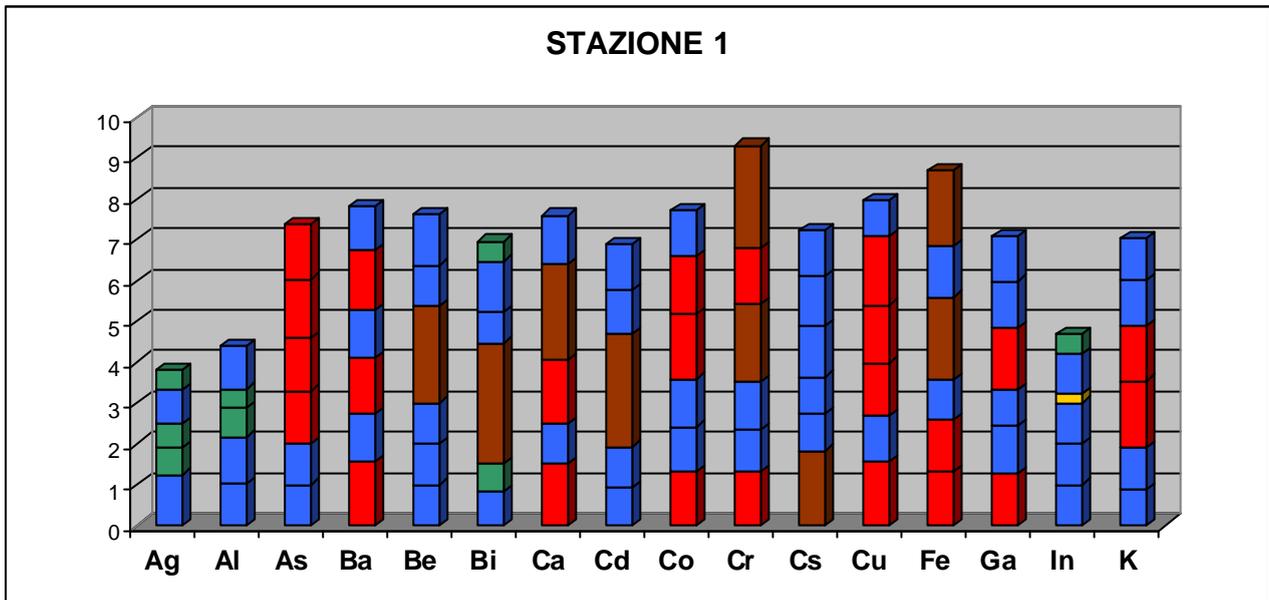
## Zinco:



### 4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI

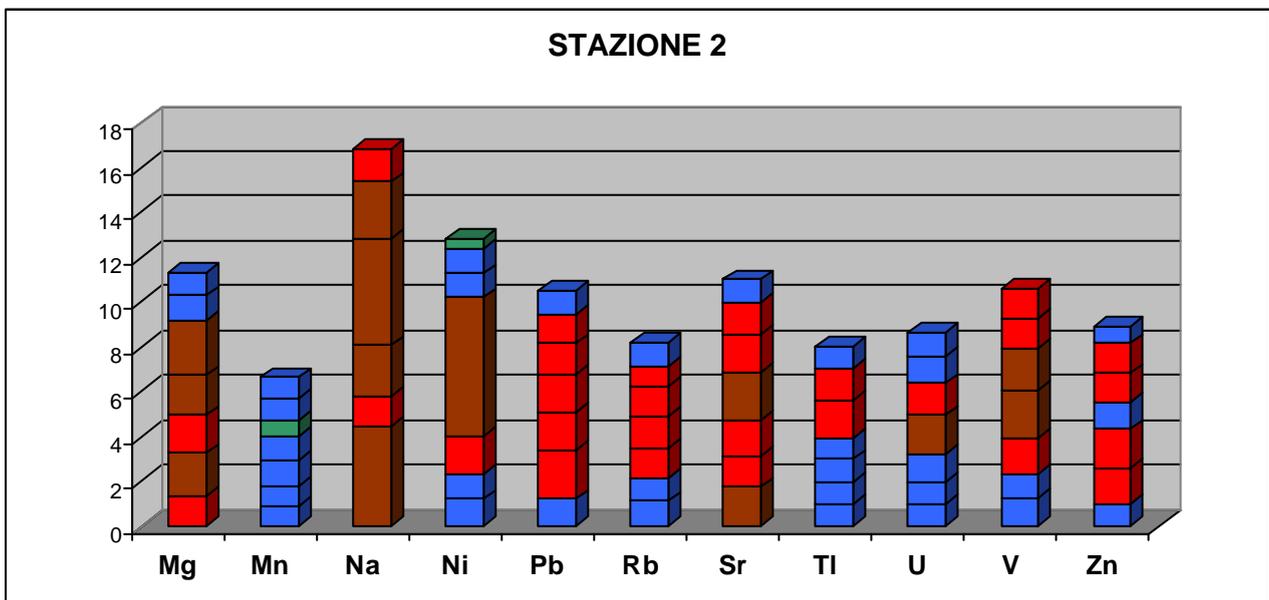
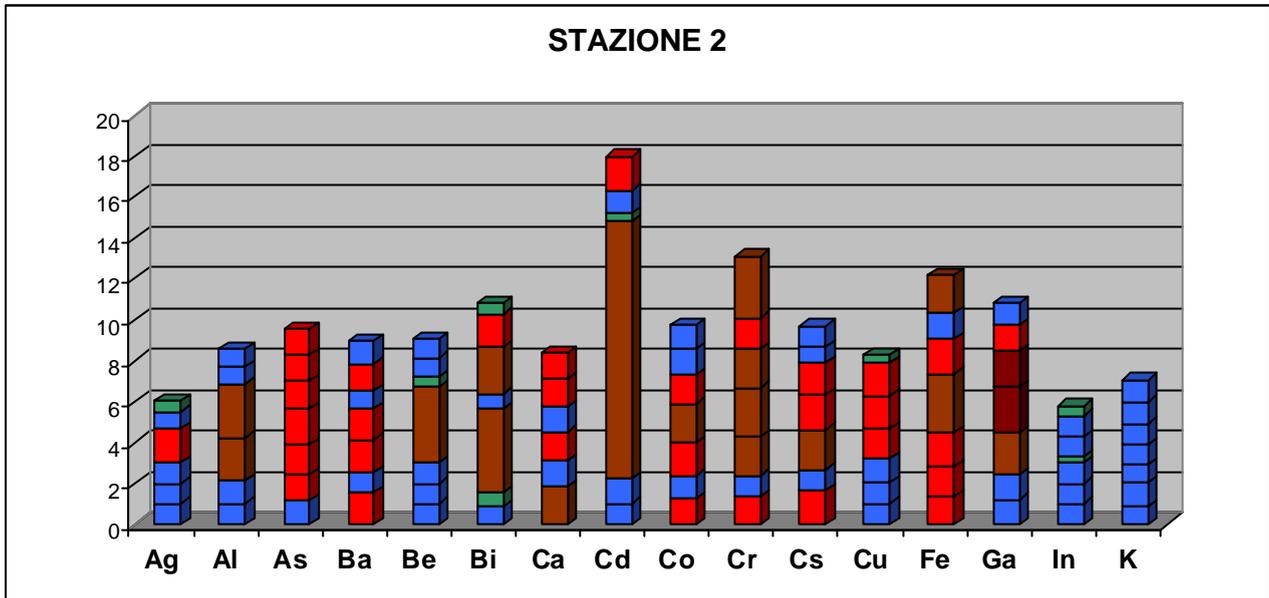
Di seguito, per ogni stazione viene riportato un grafico con i valori del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo prima dell'esposizione (EC ratio), relativi a tutti gli elementi considerati rispettivamente nei sette anni di indagine (2002-2008). Il colore delle barre indica la classe di perdita/accumulo corrispondente (Tab. 4.7). Occorre tuttavia ricordare che mentre negli scorsi anni, ad eccezione del 2006, i campioni sono stati esposti per 3 mesi, nel corso della presente indagine l'esposizione dei talli è durata 5 mesi. Questo comporta alcuni problemi di interpretazione rispetto ai dati precedenti in quanto non esistono evidenze sperimentali che confermino come l'accumulo di elementi in traccia all'interno dei talli lichenici avvenga in maniera lineare e continua nel tempo. Non viene riportato il grafico relativo alla stazione 9 in quanto i talli esposti in questa stazione non sono risultati recuperabili. Non sono riportati i dati relativi al Na nel 2003, al Cd nel 2004 e a Ag, Al, Ca e Se nel 2005 in quanto i valori di tali elementi nel materiale standard di riferimento IAEA-336 'lichene' standard sono risultati molto superiori rispetto ai valori di riferimento (International Atomic Energy Agency) e non sono stati quindi considerati attendibili (vedi relazioni precedenti).

## Jesi, Azienda Vinicola Jesi Ovest

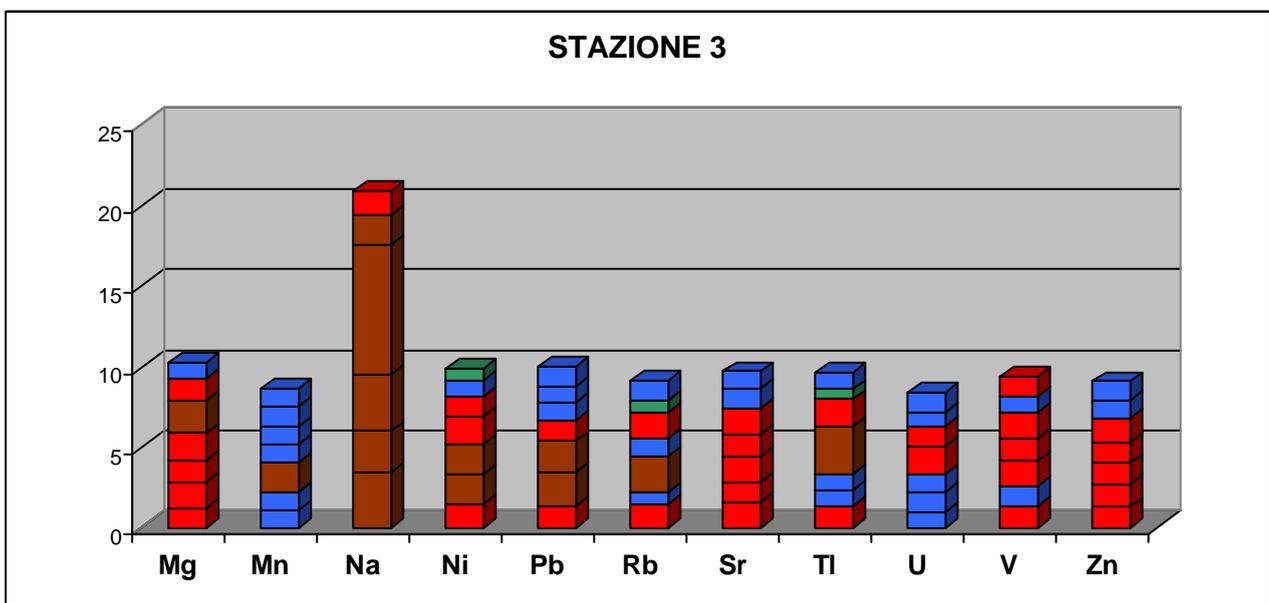
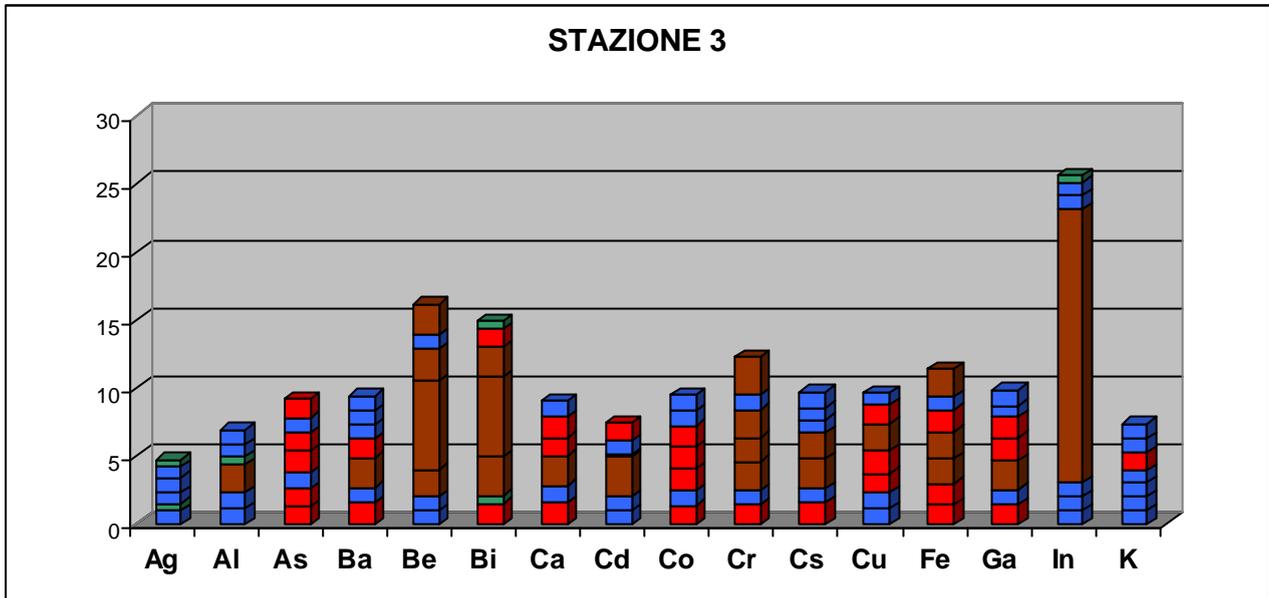


**Note:** non sono riportati i dati relativi all'anno 2006 in quanto i campioni esposti non sono risultati recuperabili.

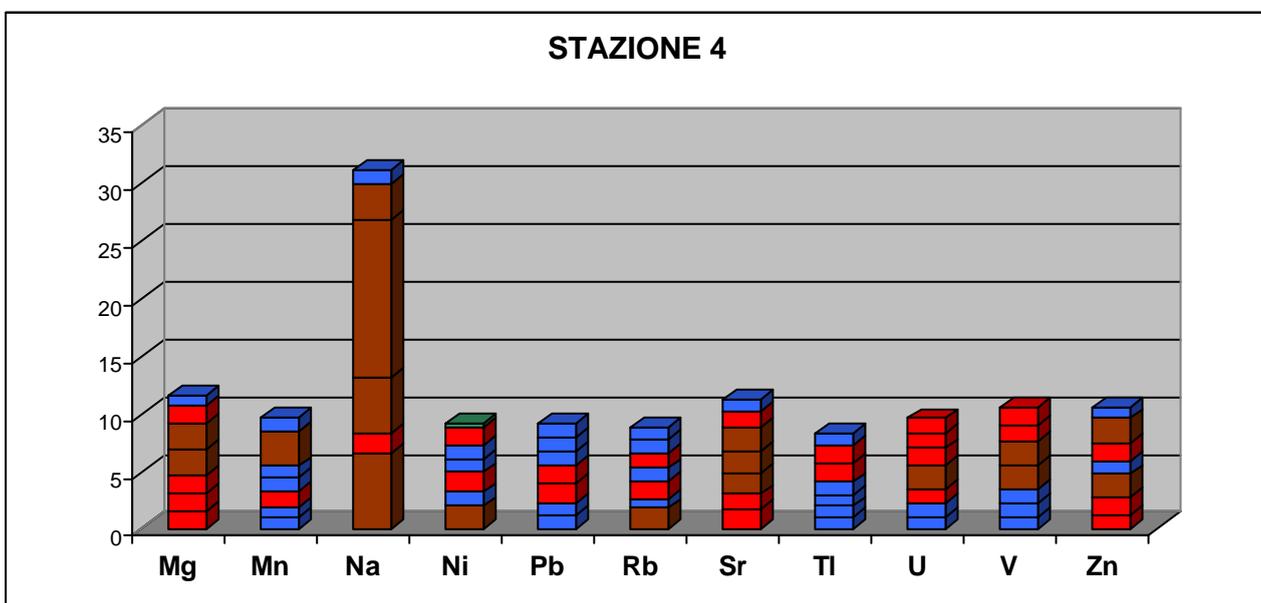
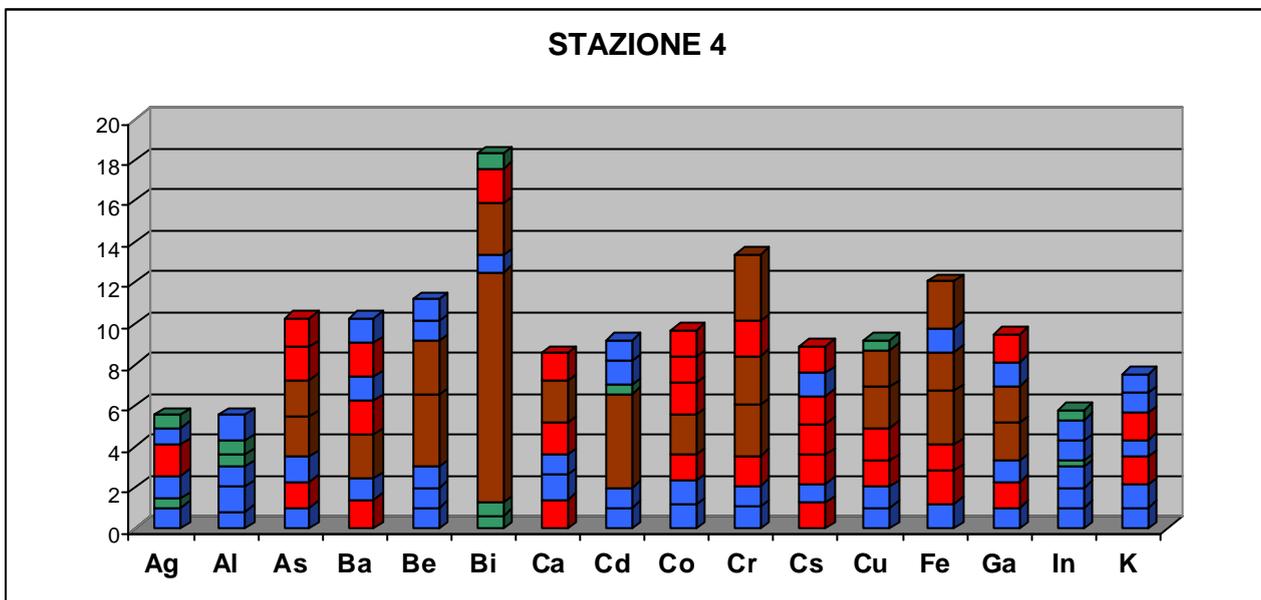
# Jesi loc. Murri



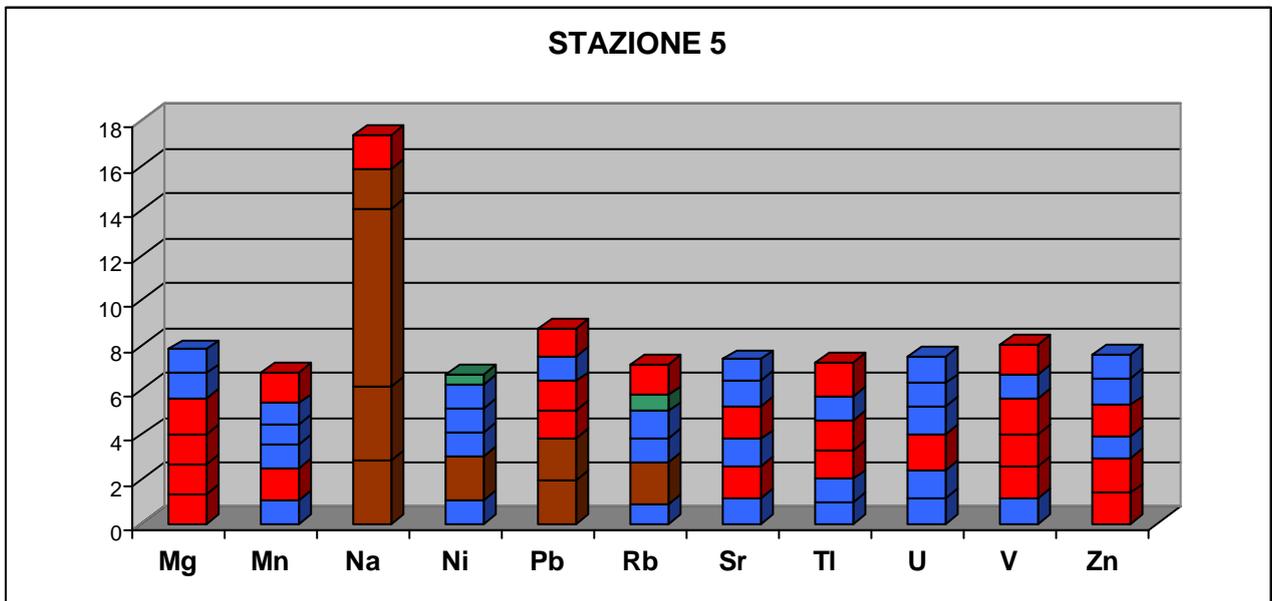
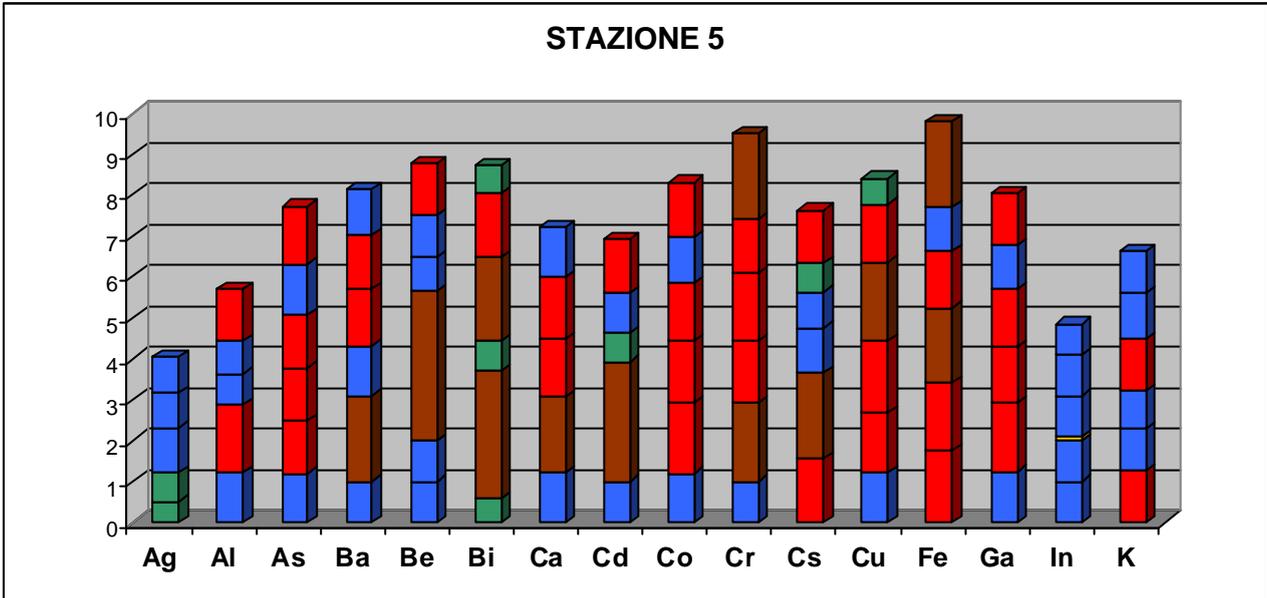
# Jesi via Ragazzi del '99



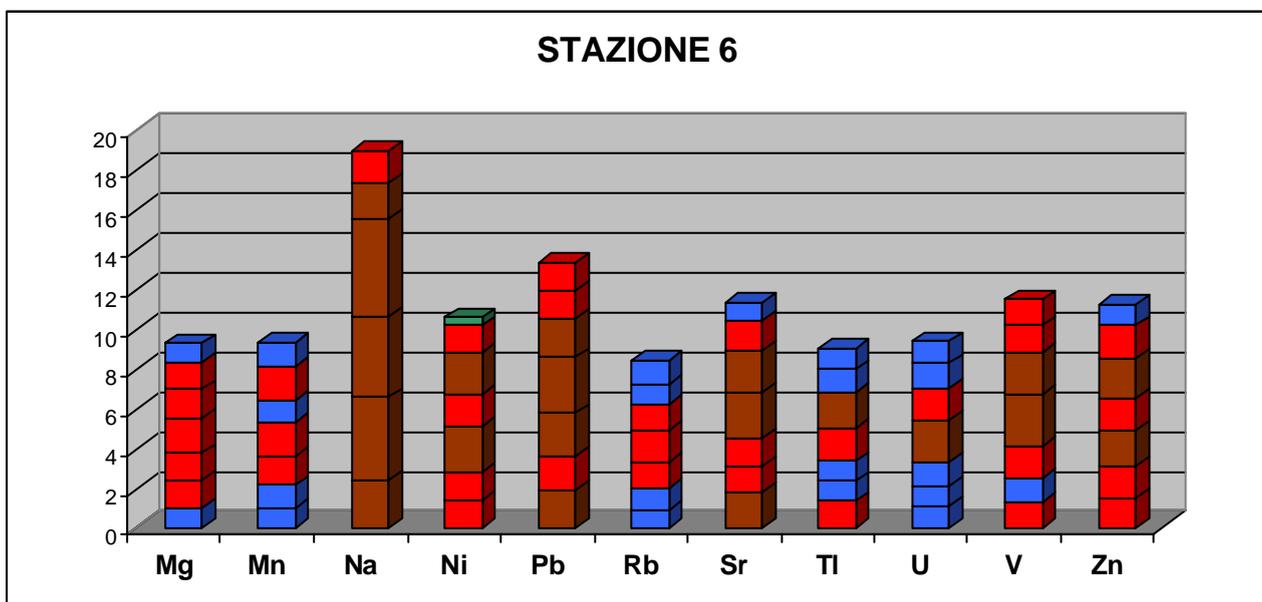
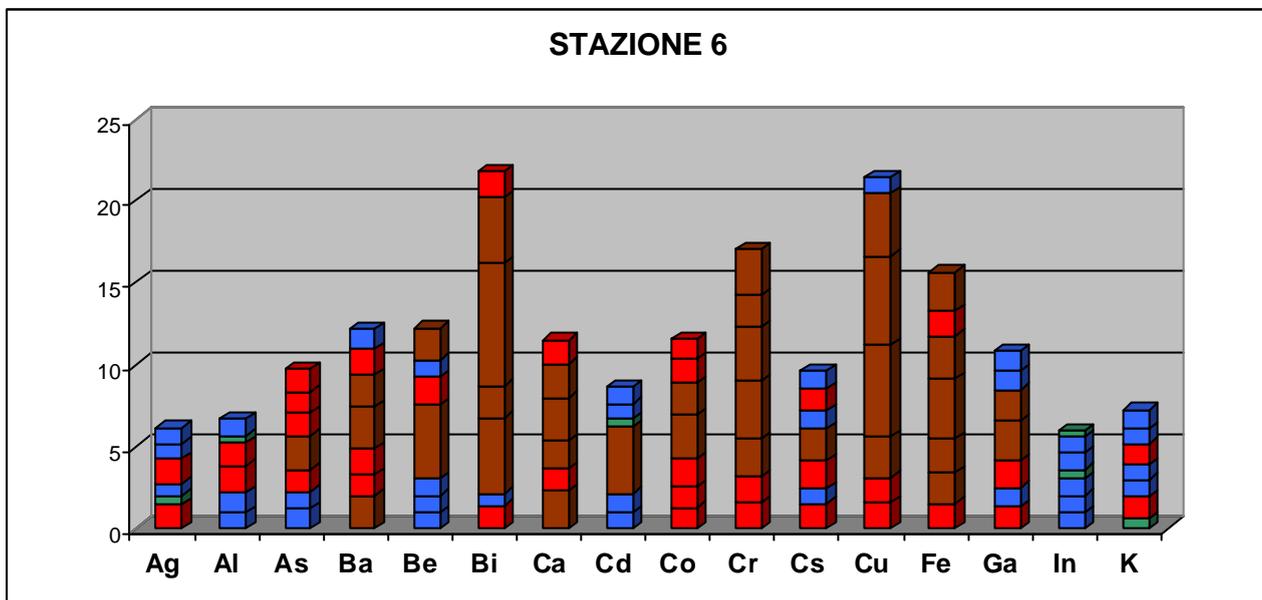
Jesi loc. Pian del Medico, c/o Cooperativa Agricola Val di Cesola



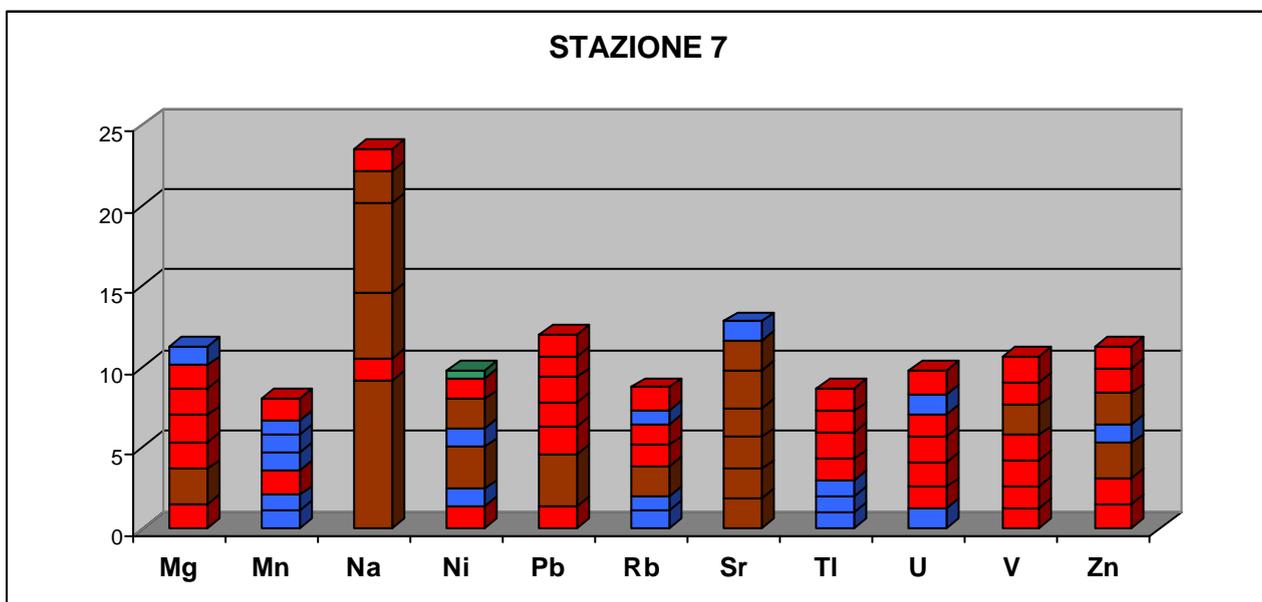
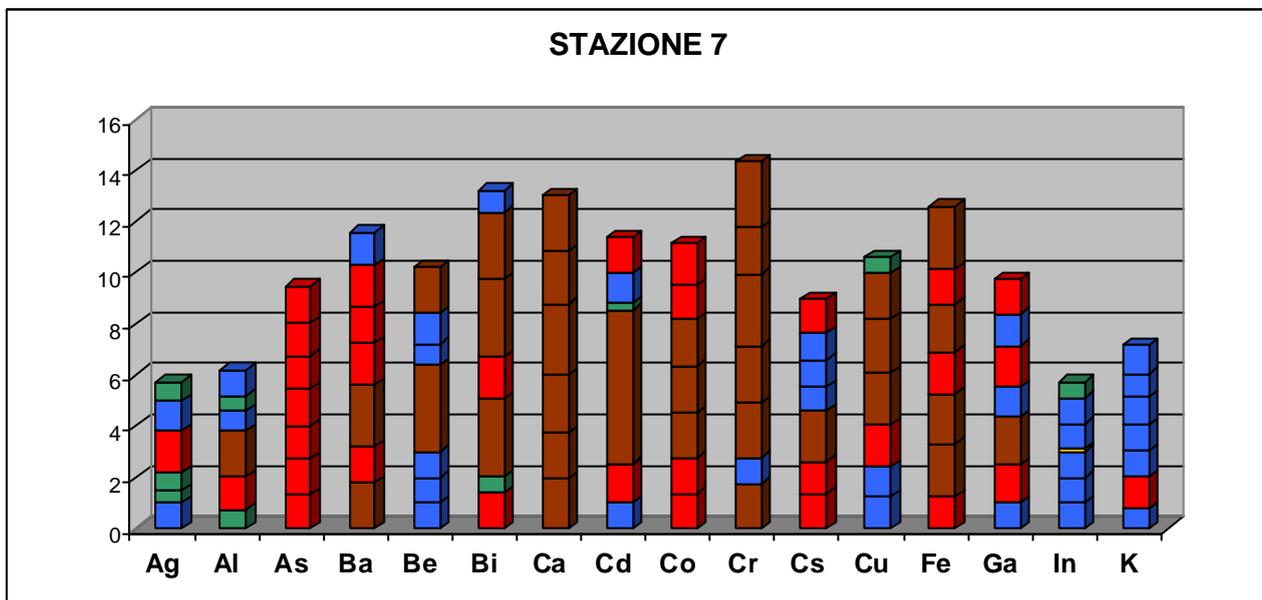
# Jesi Negromanti



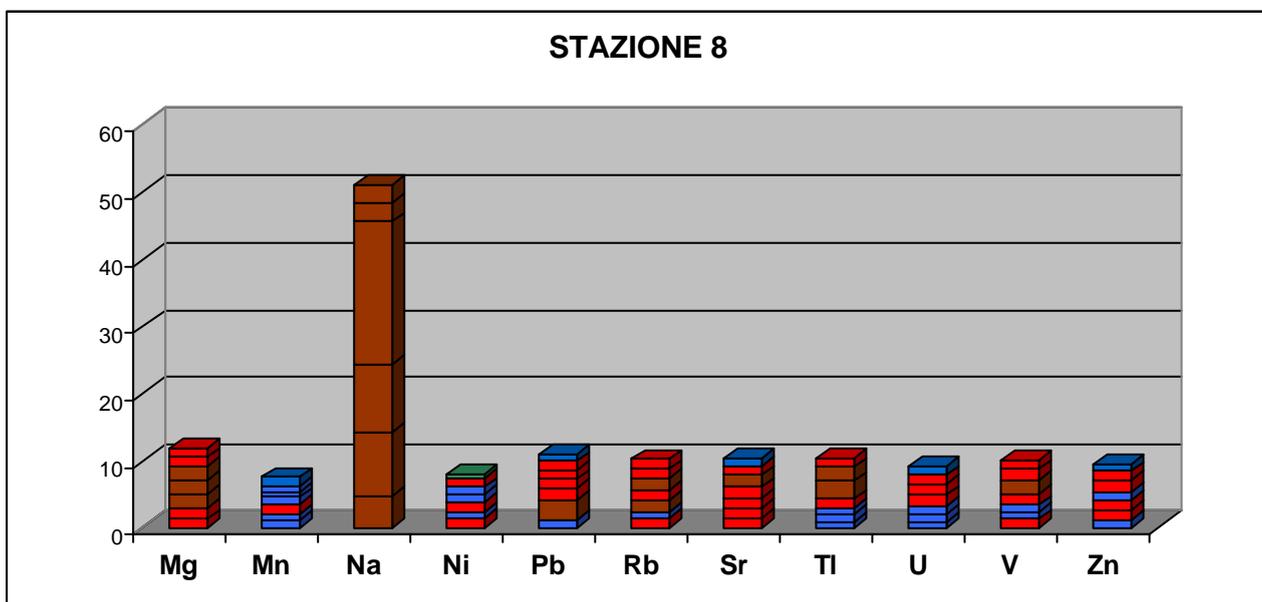
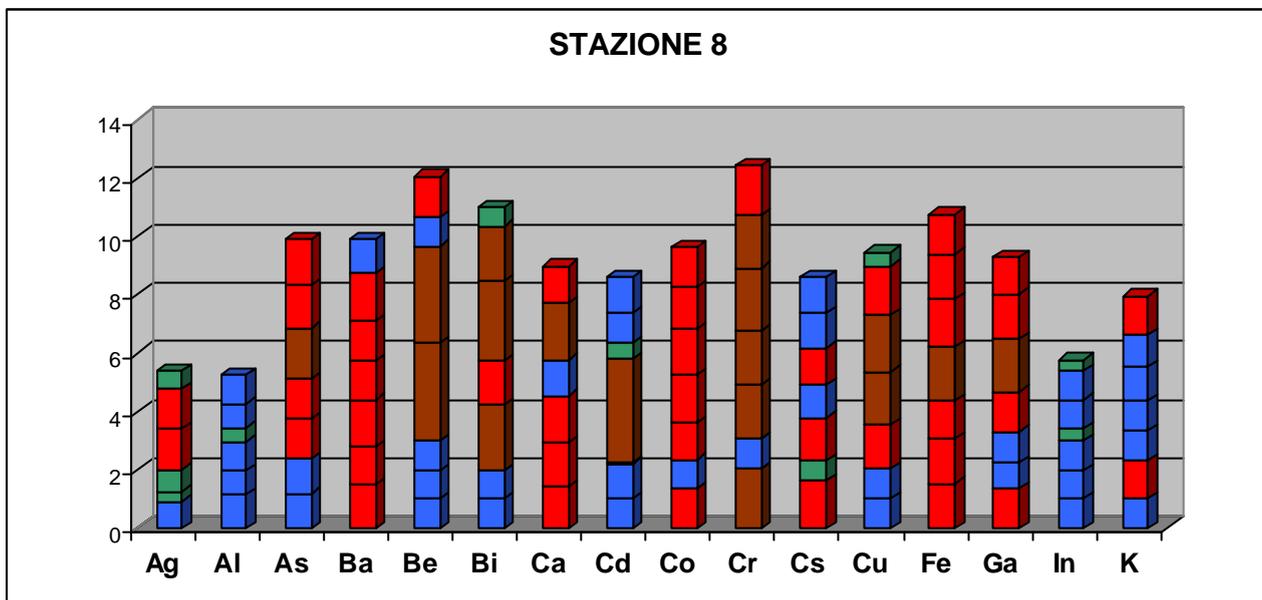
# Jesi viale della Vittoria



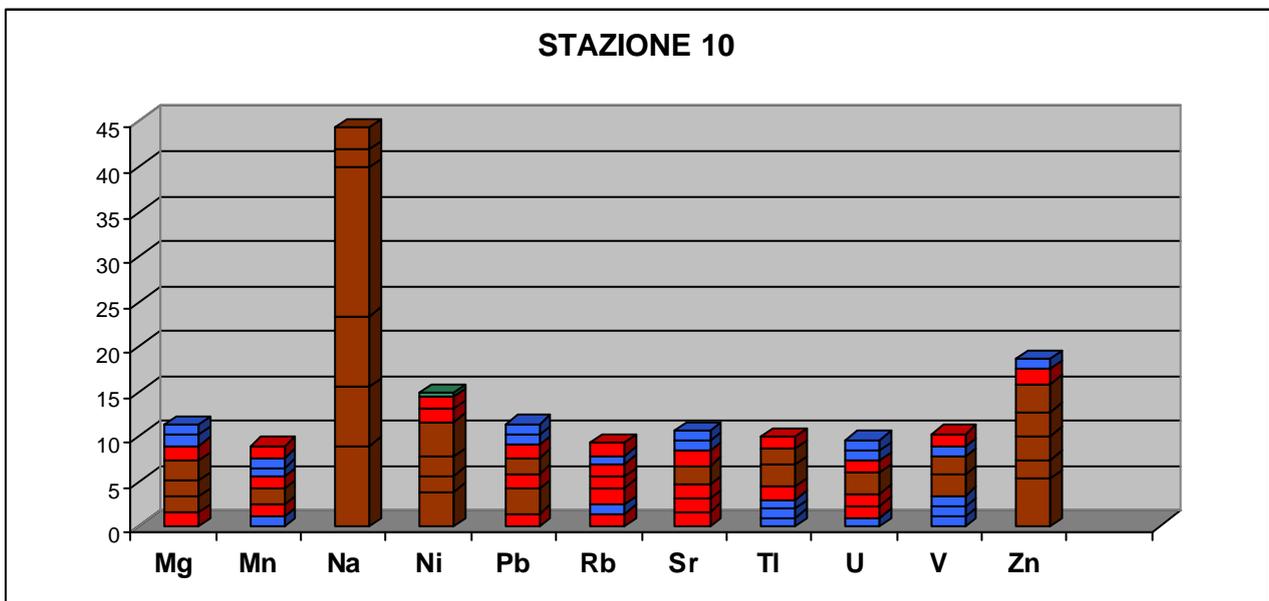
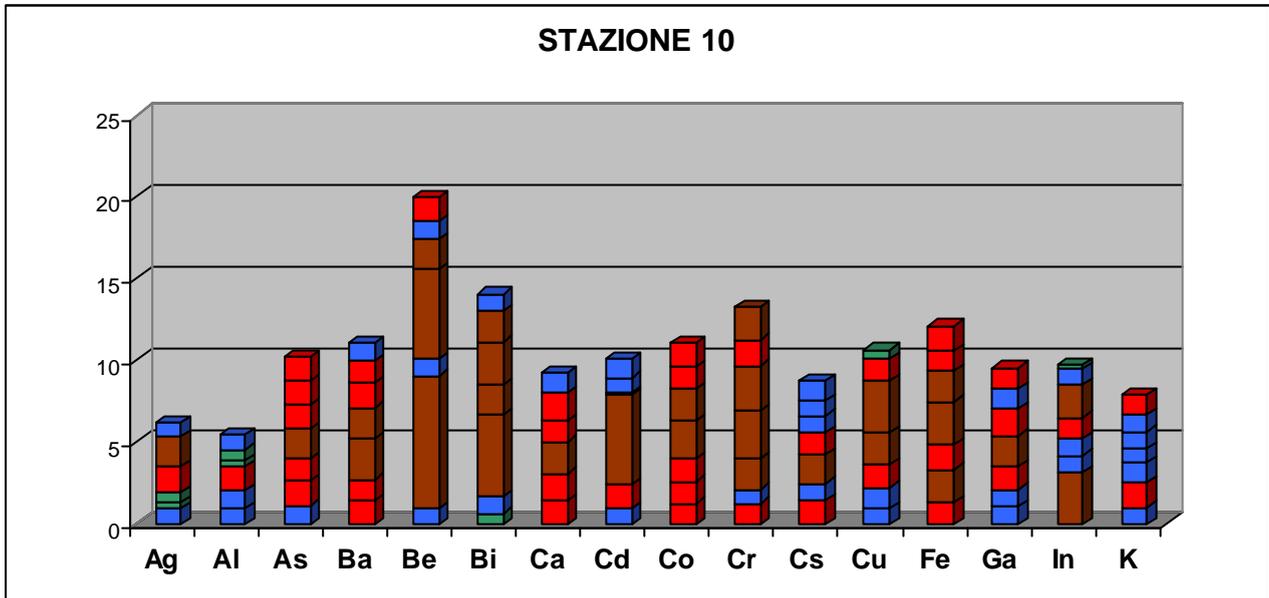
## Jesi Zona Industriale – Zipa



## Monsano nei pressi dell'ex-RCD



Monsano loc. Selvatorata



## 4.2.2 COMMENTO AI RISULTATI DI BIOACCUMULO

Di seguito viene fornito un commento relativo ad alcuni elementi in traccia ritenuti di particolare interesse (Bargagli, 1998):

- Be, V, Cr, Ni, As, Cd e Pb in quanto tossici per l'uomo anche a basse concentrazioni;
- Cu, Zn, e Ba in quanto tossici a concentrazioni elevate;
- Al, Mn e Fe in quanto poco tossici, ma spesso di derivazione terrigena per cui le loro concentrazioni permettono di stimare il grado di contaminazione da particelle di suolo.

Per quanto riguarda gli usi, le principali fonti di emissione e gli effetti dannosi per gli organismi viventi si rimanda alla relazione del 2002.

**Alluminio** – Nel periodo di trapianto relativo a questo anno di indagine soltanto per la stazione 5 è stato osservato un accumulo di Al rispetto al bianco. La situazione registrata durante questo anno di indagine è molto simile a quella dello scorso anno con un valore medio dell'EC Ratio di 1,06, che denota una generale mancanza di contaminazione (Tab. 4.8).

**Arsenico** – In tutte le stazioni monitorate sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. In tutta l'area di studio è stato registrato un accumulo di questo elemento nei talli trapiantati, In generale, anche l'accumulo di questo elemento è risultato molto simile a quello registrato lo scorso anno, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,42 (Tab. 4.8).

**Bario** – In tutte le stazioni monitorate sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo, ad eccezione della stazione 1. Tuttavia, ad eccezione della stazione 7, il discostamento rispetto al bianco è da imputarsi alle fluttuazioni naturali nelle concentrazioni degli elementi in traccia all'interno dei talli lichenici. Il confronto rispetto alle indagini precedenti mostra una situazione ambientale migliore rispetto a quella registrata lo scorso anno, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,15, che denota una generale mancanza di contaminazione (Tab. 4.8).

**Berillio** – Per tutte le stazioni, le differenze fra le concentrazioni misurate nei talli di *Evernia prunastri* trapiantati e quelle misurate nel controllo non sono risultate statisticamente significative, ad eccezione delle stazioni 3 e 6 dove è stato registrato un accumulo forte. Il valore medio dell'EC Ratio per il 2008 è di 1,47 (Tab. 4.8).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Ag</b>	1,06	0,51	0,79	–	1,44	1,05	0,70
<b>Al</b>	0,98	1,11	1,61	–	0,92	0,69	1,06
<b>As</b>	1,17	1,31	1,27	1,66	1,46	1,35	1,42
<b>Ba</b>	1,60	1,18	1,96	1,62	1,33	1,41	1,15
<b>Be</b>	1,00	1,79	1,31	4,14	1,78	0,78	1,47
<b>Bi</b>	0,99	0,77	4,43	1,67	3,05	1,94	0,79
<b>Ca</b>	1,65	1,38	1,73	–	1,65	1,80	1,38
<b>Cd</b>	1,00	1,20	–	4,93	0,44	1,02	1,25
<b>Co</b>	1,49	1,17	1,54	1,95	1,65	1,28	1,32
<b>Cr</b>	1,49	1,05	1,93	2,34	2,36	1,58	2,52
<b>Cs</b>	1,56	1,03	1,80	1,45	1,18	1,01	1,20
<b>Cu</b>	1,18	1,18	1,50	2,12	2,46	1,79	0,64
<b>Fe</b>	1,37	1,72	1,65	2,43	1,80	1,25	1,99
<b>Ga</b>	1,20	1,14	1,63	1,83	1,69	1,19	1,24
<b>In</b>	1,24	1,00	1,00	2,39	1,11	1,23	0,49
<b>K</b>	0,90	1,28	1,09	0,97	1,21	1,02	1,11
<b>Li</b>	0,25	1,11	1,68	1,12	0,96	1,17	–
<b>Mg</b>	1,36	1,68	1,61	1,87	1,92	1,28	1,06
<b>Mn</b>	1,12	1,02	1,47	1,22	0,96	1,27	1,19
<b>Na</b>	5,88	–	3,64	5,09	10,95	2,25	1,64
<b>Ni</b>	1,79	1,34	1,96	2,08	1,37	1,20	0,49
<b>Pb</b>	1,30	2,13	1,75	1,69	1,37	1,22	1,18
<b>Rb</b>	1,33	0,92	1,71	1,35	1,45	0,98	1,27
<b>Sr</b>	1,68	1,39	1,59	1,79	1,84	1,36	1,03
<b>Tl</b>	1,12	1,00	1,00	1,49	1,93	1,38	1,19
<b>U</b>	1,03	1,20	1,26	1,82	1,45	1,18	1,21
<b>V</b>	1,26	1,17	1,39	1,94	1,91	1,30	1,36
<b>Zn</b>	1,66	1,66	1,80	1,37	1,85	1,44	1,07

*Tabella 4.8 – Valori medi dell’EC ratio relativi a tutti gli elementi in traccia analizzati nei sette anni di indagine.*

**Cadmio** – Soltanto nelle stazioni 2, 5 e 7 è stato registrato un accumulo di questo elemento rispetto al bianco. Il valore medio dell’EC Ratio per il 2008 è di 1,25 (Tab. 4.8), denotando un accumulo leggermente più elevato rispetto all’anno precedente.

**Cromo** – In tutte le stazioni è stato registrato un accumulo forte rispetto al bianco, ad eccezione della stazione 8, dove l’accumulo è risultato più contenuto. Il confronto con le indagini precedenti mostra un peggioramento rispetto allo scorso anno di indagine con una situazione più simile a quella registrata negli anni 2004, 2005 e 2006, con un valore medio dell’EC Ratio di 2,52 (Tab. 4.8).

**Rame** – Nella maggior parte delle stazioni dell'area di studio è stata registrata una perdita di questo elemento rispetto al bianco. In generale, il valore medio dell'EC Ratio di 0,64 (Tab. 4.8) denota una situazione simile a quella dei due primi anni di indagine (2002 e 2003), nettamente migliore rispetto a quella dello scorso anno.

**Ferro** – In tutte le stazioni è stato registrato un accumulo forte rispetto al bianco, ad eccezione delle stazioni 8 e 10, dove l'accumulo è risultato più contenuto. Il confronto con le indagini precedenti rivela una situazione ambientale simile a quella riscontrata nel 2005 e 2006, con un valore medio dell'EC Ratio per il 2008 di 1,99 (Tab. 4.8).

**Manganese** – Questo elemento è stato accumulato soltanto nei trapianti di *Evernia prunastri* esposti nelle stazioni 6, 7 e 10 mentre nelle altre stazioni il discostamento rispetto al bianco è da imputarsi alle fluttuazioni naturali nelle concentrazioni degli elementi in traccia all'interno dei talli lichenici. Il confronto con le indagini precedenti rivela una situazione simile a quella registrata nel 2005 e 2006, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,19 (Tab. 4.8).

**Nichel** – In tutte le stazioni è stata osservata una perdita di questo elemento durante il periodo di esposizione dei talli lichenici. Il valore medio dell'EC ratio per il 2008 è 0,49 (Tab. 4.89), il più basso registrato finora.

**Piombo** – Soltanto in 3 stazioni su 9 (5, 6 e 7) è stato registrato un accumulo di questo elemento rispetto al bianco. La situazione è molto simile a quella registrata lo scorso anno e in generale si mantiene la tendenza ad un progressivo miglioramento nella contaminazione dovuta a questo elemento nel corso degli anni, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,18 (Tab. 4.8).

**Vanadio** – In tutte le stazioni, ad eccezione della stazione 1, è stato registrato un accumulo di questo elemento rispetto al bianco. La situazione risulta molto simile a quella dello scorso anno, con un lieve peggioramento soltanto nelle stazioni 3, 5 e 10. Il valore medio dell'EC Ratio (1,36; Tab. 4.8) denota una situazione simile a quella registrata nei primi 3 anni di indagine e nello scorso anno, con un miglioramento rispetto al 2005 e 2006.

**Zinco** – Soltanto per la stazione 6 la variazione delle concentrazioni di questo elemento nei talli trapinatati rispetto al bianco è risultata non significativa. Tuttavia, soltanto nella stazione 7 si è registrato un accumulo, mentre per le altre stazioni il discostamento rispetto al bianco è da imputarsi alle fluttuazioni naturali nelle concentrazioni degli elementi in traccia all'interno dei talli lichenici. Il confronto con le indagini precedenti mostra un generale miglioramento nella contaminazione di questo elemento, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,07 (Tab 4.8), che denota una generale mancanza di contaminazione (Tab. 4.8).

## 5. CONCLUSIONI

Qualunque tipo di monitoraggio ambientale diventa uno strumento realmente utile e applicabile alla gestione del territorio solo se viene ripetuto ad intervalli regolari, in modo da fornire un numero crescente e costante di informazioni sull'andamento della proprietà dell'ecosistema studiato. Sulla base di questo principio, il presente lavoro rappresenta un ottimo esempio di controllo ambientale a lungo termine. Tale lavoro, infatti, riguarda la ripetizione per l'ottavo anno consecutivo del biomonitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico, mediante licheni epifiti, nel territorio interessato dalla centrale turbogas di Jesi. Si tratta di un'indagine di bioindicazione condotta con un campionamento preferenziale di 27 stazioni, distribuite lungo il transetto NE-SW che attraversa la valle del fiume Esino, e di uno studio di bioaccumulo di elementi in traccia nel tallo di *Evernia prunastri*, mediante il trapianto di talli raccolti in un'area remota della Toscana, in 10 stazioni distribuite nel comune di Jesi e nei comuni strettamente limitrofi.

Dall'analisi dei dati floristici si può concludere ancora una volta che, in generale, anche quest'anno la situazione della qualità ambientale nell'area di studio risulta pressoché invariata rispetto a quella registrata nelle campagne di biomonitoraggio precedenti (2001-2007). La zona maggiormente interessata da fenomeni di inquinamento atmosferico rimane quella compresa fra la costa e la città di Jesi, dove sono concentrate le principali fonti di emissione. I salti di fascia registrati nelle stazioni 9 e 13 sono per lo più dovuti a minimi cambiamenti del valore di IDL, probabilmente a causa di piccoli spostamenti nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati. Il graduale abbassamento dell'indice di biodiversità registrato nel corso degli 8 anni di biomonitoraggio nella stazione 11 sembra invece testimoniare un peggioramento della qualità ambientale in questa stazione. Nella stazione 10 (Parco I Maggio) si conferma una situazione di peggioramento rispetto agli anni scorsi con l'osservazione anche di numerosi talli lichenici con evidenti fenomeni di alterazione (scolorimento del tallo ed evidente deperimento) che fanno ipotizzare che si sia verificato un fenomeno locale di alterazione la cui natura rimane al momento sconosciuta. I risultati delle campagne future potranno chiarire meglio la situazione. Per quanto riguarda la stazione 27 (Serra S. Quirico, loc. Trivio), il valore di IDLs misurato quest'anno (67) conferma il salto di fascia da semi-naturalità a naturalità che si è verificato a partire dallo scorso anno.

Anche per il centro urbano di Jesi, la situazione generale è rimasta pressoché invariata nel corso degli otto anni di indagine. I valori di IDLs più bassi sono stati registrati nelle stazioni collocate lungo strade molto trafficate nel centro cittadino. Per quanto riguarda la stazione 3, il

valore di IDLs trovato durante questa campagna di rilevamenti è risultato superiore rispetto a quello registrato negli ultimi due anni, riportando la stazione in una fascia di semi-alterazione. È probabile che i cambiamenti registrati nel corso degli anni siano dovuti anche in questo caso a minimi spostamenti nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati, in quanto in questa stazione i valori dell'IDL sono molto prossimi al limite di soglia fra la fascia di semi-alterazione e quella di alterazione.

Per quanto riguarda l'indagine di bioaccumulo, in generale, nei talli di *Evernia prunastri* esposti, è stato registrato l'accumulo rispetto al bianco di un terzo degli elementi considerati (9 su 27) e sono stati calcolati valori medi dell'EC ratio particolarmente elevati soltanto per Cr e Fe. Tali risultati denotano una contaminazione del territorio da parte degli elementi in traccia più contenuta rispetto alle indagini precedenti e anche rispetto allo scorso anno.

Il confronto con il 2007 ha rivelato un generale calo delle concentrazioni di Ba, Cu, Mn e Zn, un aumento delle concentrazioni di Be, Cr e Fe e una situazione pressochè invariata per quanto riguarda Al, As, Cd, Ni, Pb e V. Occorre tuttavia ricordare che quest'anno i campioni lichenici sono stati esposti per 5 mesi (e non 3 come negli altri anni, ad eccezione del 2006 dove sono stati esposti per 7 mesi) a causa di problemi relativi alla gestione della campagna espositiva condotta dal Comune di Jesi. Questo comporta alcuni problemi di interpretazione rispetto ai dati precedenti in quanto non esistono evidenze sperimentali che confermino come l'accumulo di elementi in traccia all'interno dei talli lichenici avvenga in maniera lineare e continua nel tempo.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Bargagli R., 1998. Trace Elements in Terrestrial Plants. An Ecophysiological Approach to Biomonitoring and Biorecovery. Springer, Berlino.
- Hawksworth D.L. & Rose F., 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. XI-XLIV. *Lichenologist*, numeri vari.
- Loppi S. & Frati L., 2000-2001. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 75 pp.
- Loppi S. & Frati L., 2001-2002. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 57 pp.
- Loppi S. & Frati L., 2002-2003. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 69 pp.
- Loppi S., Frati L. & Brunialti G., 2003-2004. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 89 pp.
- Loppi S., Frati L. & Baragatti E., 2004-2005. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 75 pp.
- Loppi S., Frati L. & Brunialti G., 2005-2006a. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 50 pp.
- Loppi S., Frati L. & Brunialti G., 2005-2006b. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. Indagine di bioaccumulo 32 pp.
- Loppi S., Frati L. & Brunialti G., 2006-2007. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 81 pp.
- Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R., 2002a. A new scale for the interpretation of lichen biodiversity values in the Thyrranian side of Italy. *Bibliotheca Lichenologica* 82: 235-243.

Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R., 2002b. Identifying Deviations from Naturalness of Lichen Diversity for Bioindication Purposes. In *Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens* (P. L. Nimis, C. Scheidegger, P. A. Wolseley, eds.): 281-284. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Nimis P.L. & Bargagli R., 1999. Linee-guida per l'utilizzo dei licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. In: *Atti del Workshop: "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale"*, Roma 26-27 Giugno 1998: 279-287.