



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

Siena, Maggio 2007

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	51
4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI.....	64
4.2.2 COMMENTO AI RISULTATI DI BIOACCUMULO	74
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 della settima 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 sei anni precedenti (2001-2006);
- 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 cinque anni precedenti.

2. AREA DI STUDIO

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

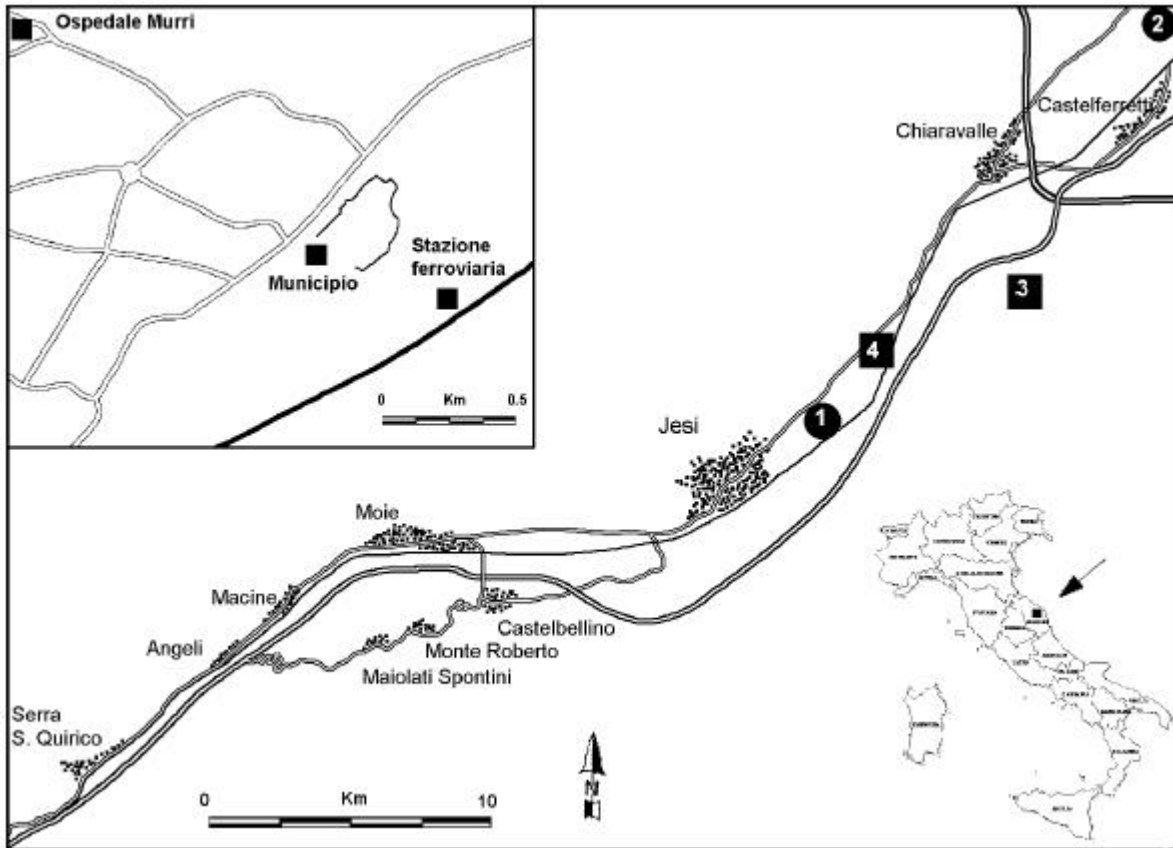


Figura 2.1 – Area di studio. Nel riquadro in alto a sinistra è riportato un ingrandimento dell'area urbana di Jesi. 1 = centro industriale di Jesi, 2 = raffineria API, 3 = centrale ENEL, 4 = centrale turbogas.

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. Selvatorta 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.

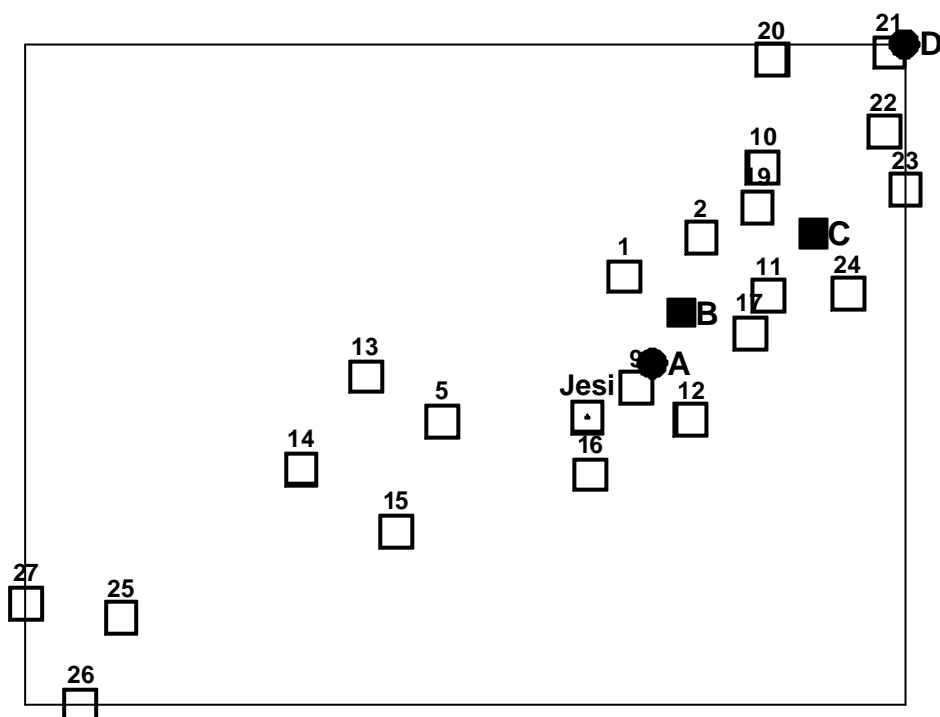


Figura 3.1 – Dislocazione delle stazioni di campionamento nell'area di studio. Le 6 stazioni nella città di Jesi sono rappresentate da un solo quadrato. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.

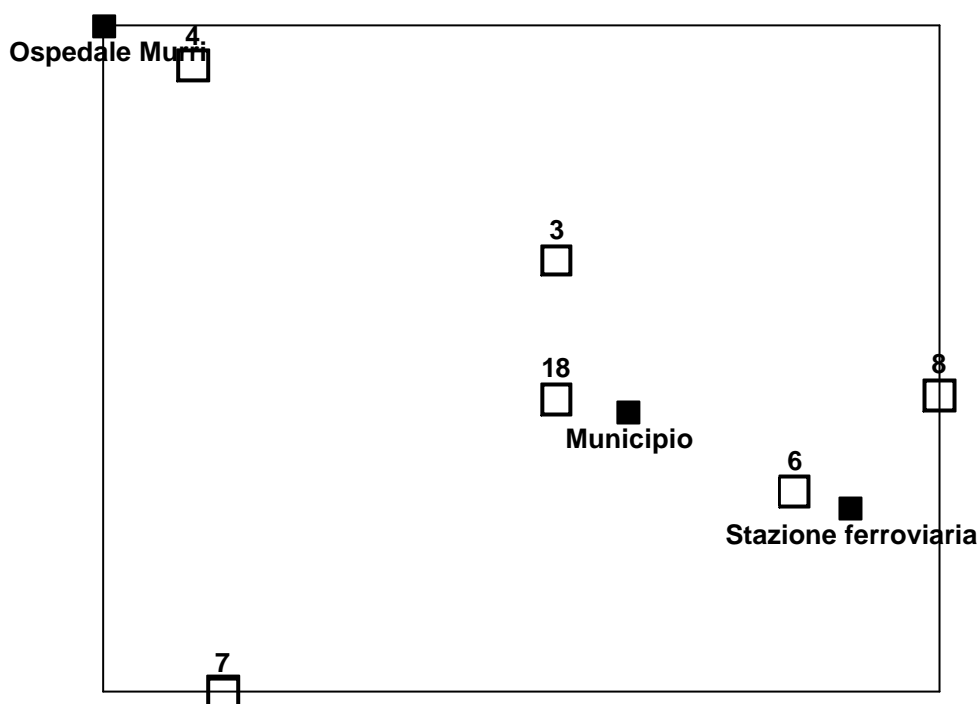


Figura 3.2 – Dislocazione delle stazioni di campionamento all'interno dell'area urbana di Jesi.

3.1.2 SCELTA DEGLI ALBERI DA CAMPIONARE

Il campionamento è stato effettuato nella settimana compresa fra il 23 e il 27 Ottobre 2006. 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.

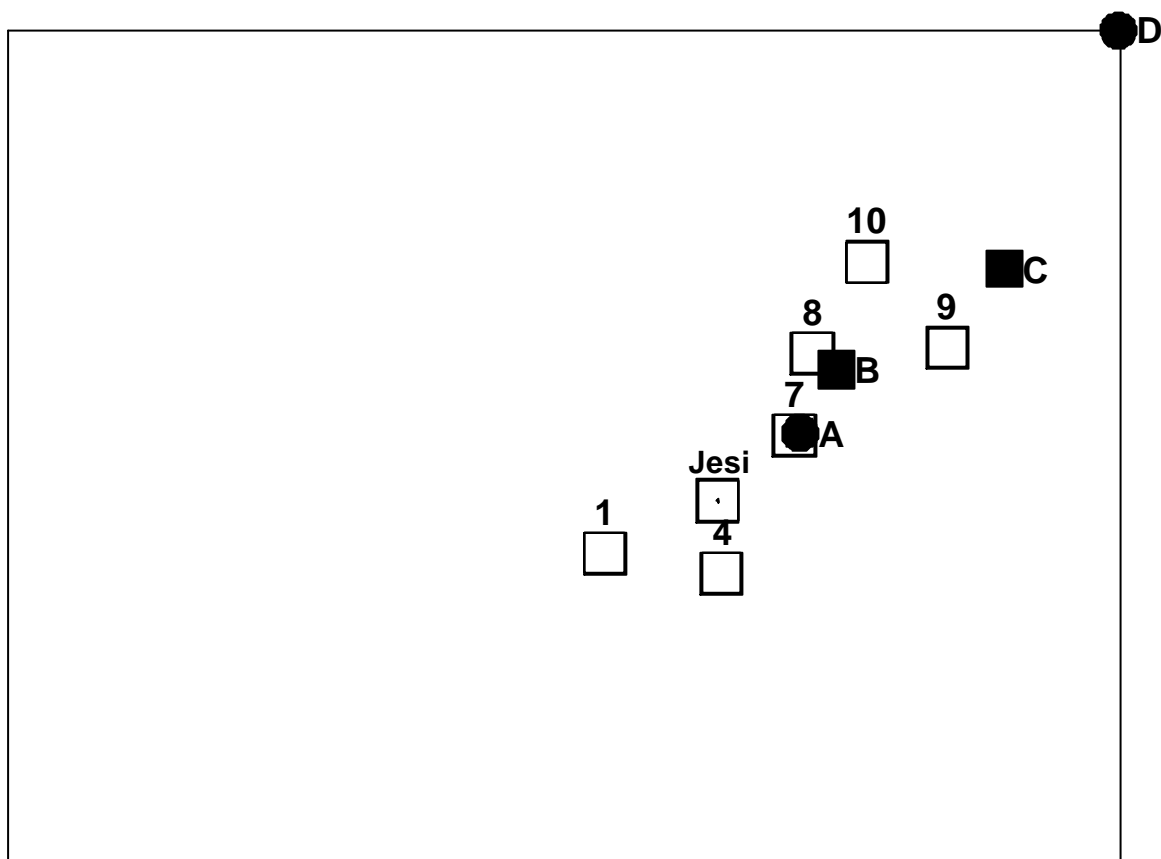


Figura 3.3 – Dislocazione delle stazioni di bioaccumulo nell'area di studio. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.

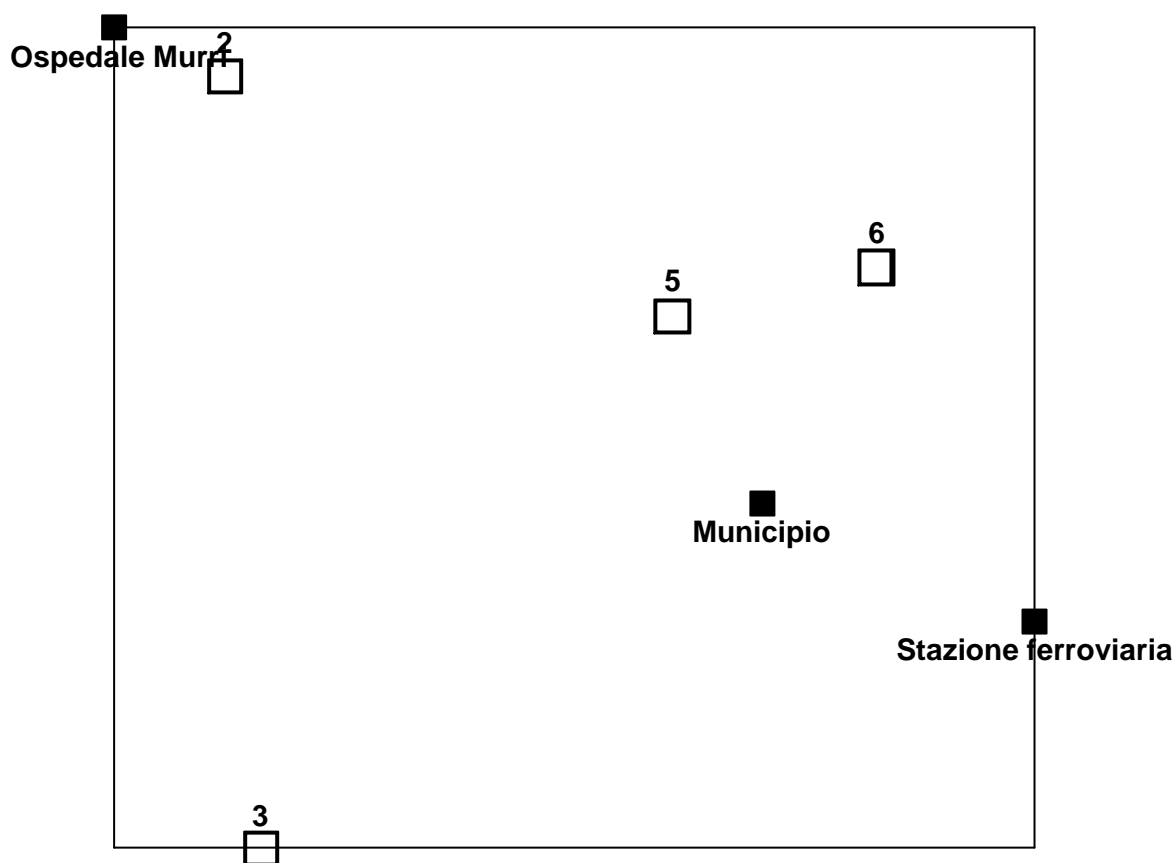


Figura 3.4 – Dislocazione delle stazioni di bioaccumulo all'interno dell'area urbana di Jesi.

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

Il giorno 16 Ottobre 2006, 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 3 mesi di esposizione (dal 25 Novembre 2006 al 26 Febbraio 2007), 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).

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	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	23/10/2006
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	5	5	6	5	4	6	3
IBL	30	25	28	45	34	38	23
<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>						10	
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	3
<i>Lecanora allophana</i>				5			
<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>	2	2	3				
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	6	1	10				
<i>Physcia adscendens</i>			1	10	4		
<i>Physcia aipolia</i>						1	
<i>Physcia biziana</i>			1			3	
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	3	10	10	10	10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							10
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	2	2		10	10	4	

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B
data campionamento	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	26/10/2006	26/10/2006
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	3	4	5	9	8	9	9
IBL	15	21	31	56	58	54	45
<i>Amandinea punctata</i>						10	1
<i>Arthonia radiata</i>				6	6		
<i>Caloplaca cerinella</i>							1
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>				1			
<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>	1	1	4	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				4	3	9	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>						1	10
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	4			6	5		1
<i>Physcia adscendens</i>			1	3	5	1	1
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>		1	6	8	9	2	
<i>Physconia distorta</i>						2	
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	10	9	10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>		9	10	8	10	10	8

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A
data campionamento	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Tg	Tg	Tg	Tg
circ. albero	135	145	144	193	198	170	225
esp. Reticolo (°)	268	336	296	318	316	336	42
n. specie	1	2	1	5	5	6	2
IBL	10	11	10	35	26	37	12
<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>				3		5	
<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>						5	
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>							2
<i>Physcia adscendens</i>				3	1	3	
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>					4		
<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		9	1	5	

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B
data campionamento	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	25/10/2006	25/10/2006
specie arborea	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	160	139	270	230	160	92	171
esp. Reticolo (°)	342	66	14	292	332	330	300
n. specie	1	2	3	8	7	9	6
IBL	10	13	29	53	41	75	32
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>						8	
<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>						3	
<i>Lecanora chlarotera</i>						7	
<i>Lecanora hagenii</i>					5		
<i>Lecanora horiza</i>				8	1		
<i>Lecidella elaeochroma</i>						10	2
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	10	10					
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>			9	9	10		
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>				2			
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		3					
<i>Physcia adscendens</i>			10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>				3	4	10	1
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>				6		9	8
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>				5	1	8	1

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	10C	11A	11B	11C	12A	12B	12C
data campionamento	25/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	97	136	110	147	160	97	180
esp. Reticolo (°)	160	260	30	354	66	44	228
n. specie	7	1	10	9	7	5	6
IBL	47	10	70	57	49	29	49
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>			10	1			
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>	1			7	3	7	
<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>							
<i>Lecanora horiza</i>			3	3			
<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>	8			10	10	1	
<i>Physcia adscendens</i>	10		10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	4		10	10	10		8
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	9		1	1	1		10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	5		10	5	5		8

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	12D	13A	13B	13C	14A	14B	14C
data campionamento	24/10/2006	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	200	133	160	150	156	210	253
esp. Reticolo (°)	140	312	320	44	328	338	62
n. specie	8	8	8	9	6	7	7
IBL	71	50	51	58	41	46	48
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>	7						
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<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	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>						2	
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>						3	
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							1
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10	5	2	3	1		8
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>		1	2	4			
<i>Physcia biziana</i>	10	5	5	8	4		7
<i>Physconia distorta</i>	4		5	2			2
<i>Physconia grisea</i>	10	8	7	10	6	10	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>				1			
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10	10	10	10	10

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	15A	15B	15C	16A	16B	16C	17A
data campionamento	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006	24/10/2006
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	5	7	7	8	7	6	4
IBL	42	45	44	69	51	37	40
<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>		3	3				
<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		8		
<i>Lecidella elaeochroma</i>					6		
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>	10		5				
<i>Mycomicrothelia confusa</i>		7	5				
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	2	2		10	1	7	
<i>Physcia adscendens</i>				10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>		3		10	10	1	10
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	8		5	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10	10	6	4	10

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	17B	17C	18A	18B	18C	19A	19B
data campionamento	24/10/2006	24/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	23/10/2006	25/10/2006	25/10/2006
specie arborea	Qp	Qp	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp
circ. albero	245	130	138	108	177	118	98
esp. Reticolo (°)	68	124	234	40	194	332	312
n. specie	5	3	1	2	1	14	12
IBL	45	30	10	20	10	80	71
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>						10	6
<i>Candelariella reflexa</i>				10			
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<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>						2	1
<i>Lecanora carpinea</i>						4	
<i>Lecanora chlarotera</i>						5	6
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>						3	2
<i>Lecidella elaeochroma</i>						10	8
<i>Lepraria sp.</i>						1	1
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>			10	10	10		
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10					2	
<i>Physcia adscendens</i>	10	10				10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	5					5	7
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>						10	9
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>						1	
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10				7	10

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	19C	20A	20B	20C	21A	21B	21C
data campionamento	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	185	148	115	141	258	258	188
esp. Reticolo (°)	10	316	68	22	90	0	312
n. specie	7	7	5	7	3	4	5
IBL	46	62	43	50	19	31	33
<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	9	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpineae</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							1
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>							
<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		2			
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	2	7		4			
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	4	10	8	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	10	10	10	6	1	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	8		1	2

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	22A	22B	22C	23A	23B	23C	24A
data campionamento	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	25/10/2006	24/10/2006
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	2	1	4	3	5	2
IBL	12	12	6	25	22	37	13
<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
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpineae</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>Physcia adscendens</i>	2	2	6	10	10	10	
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>				4		8	
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>				1		2	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>					2	7	

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	24B	24C	25A	25B	25C	26A	26B
data campionamento	24/10/2006	24/10/2006	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	210	163	129	121	180	230	110
esp. Reticolo (°)	270	70	50	152	296	300	70
n. specie	5	3	9	8	6	12	13
IBL	27	22	59	61	44	64	81
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>				7			
<i>Candelaria concolor</i>				10			5
<i>Candelariella reflexa</i>							3
<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>						4	
<i>Lecanora carpinea</i>			1			2	
<i>Lecanora chlarotera</i>			1			4	10
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>	5						
<i>Lecidella elaeochroma</i>	1					7	8
<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>	10	8					
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>			10			2	2
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>				10	10	7	8
<i>Physcia adscendens</i>		4	10	5	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>			7	3		3	10
<i>Physcia biziana</i>	1		2		3	1	1
<i>Physconia distorta</i>			8	10	1	5	3
<i>Physconia grisea</i>							
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>			10	6	10	9	10

Tabella 4.1 – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua?]

stazione	26C	27A	27B	27C
data campionamento	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006	26/10/2006
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	192	190	190	186
esp. Reticolo (°)	300	332	0	310
n. specie	11	11	10	8
IBL	67	58	68	57
<i>Amandinea punctata</i>				
<i>Arthonia radiata</i>				
<i>Caloplaca cerinella</i>				
<i>Caloplaca cerina</i>				
<i>Candelaria concolor</i>				
<i>Candelariella reflexa</i>	1			
<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
<i>Lecanora allophana</i>		3	1	
<i>Lecanora carpinea</i>				
<i>Lecanora chlarotera</i>	1			
<i>Lecanora hagenii</i>				
<i>Lecanora horiza</i>				
<i>Lecidella elaeochroma</i>	4	4		1
<i>Lepraria sp.</i>				
<i>Melanelia glabra</i>		3	1	
<i>Melaspilea urceolata</i>				
<i>Mycomicrothelia confusa</i>				
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>			10	6
<i>Opegrapha varia</i>				
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	10			
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	3			3
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>	4	9	10	7
<i>Physcia biziana</i>	6	6	6	
<i>Physconia distorta</i>	8			
<i>Physconia grisea</i>		1	1	
<i>Physconia perisidiosa</i>		1		
<i>Physconia servitii</i>		8	10	10
<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 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.*

Sono state rinvenute 36 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 e *Physcia* con 3 specie ciascuno (*Candelariella reflexa*, *C. subdeflexa* e *C. xanthostigma*; *Physcia adscendens*, *P. aipolia* e *P. biziana*).

	S	A	F
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	24	71	9,5
<i>Xanthoria parietina</i>	23	59	7,5
<i>Physcia biziana</i>	23	48	5,8
<i>Physcia adscendens</i>	22	60	8,1
<i>Physconia grisea</i>	19	49	7,8
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	18	35	5,3
<i>Lecanora horiza</i>	10	16	3,9
<i>Lecidella elaeochroma</i>	8	14	5,2
<i>Candelaria concolor</i>	8	12	6,3
<i>Physconia distorta</i>	6	11	4,5
<i>Opegrapha varia</i>	6	12	6,7
<i>Lecanora chlarotera</i>	6	9	4,0
<i>Physcia aipolia</i>	5	12	5,1
<i>Lecanora carpinea</i>	5	5	3,0
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	4	6	4,5
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	4	9	8,2
<i>Lecanora allophana</i>	4	6	2,7
<i>Punctelia subrudecta</i>	2	2	5,5
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	2	5	4,6
<i>Lepraria sp.</i>	2	3	1,0
<i>Candelariella xanthostigma</i>	2	2	1,0
<i>Candelariella reflexa</i>	2	3	2,3
<i>Caloplaca cerinella</i>	2	3	4,0
<i>Ramalina sp.</i>	1	1	1,0
<i>Physconia servitii</i>	1	3	9,3
<i>Physconia perisidiosa</i>	1	1	1,0
<i>Melaspilea urceolata</i>	1	2	7,5
<i>Melanelia glabra</i>	1	2	2,0
<i>Lecanora hagenii</i>	1	1	5,0
<i>Gyalecta truncigena</i>	1	1	10,0
<i>Diplotomma alboatrum</i>	1	1	1,0
<i>Collema sp.</i>	1	2	3,0
<i>Candelariella subdeflexa</i>	1	1	10,0
<i>Caloplaca cerina</i>	1	1	7,0
<i>Arthonia radiata</i>	1	2	6,0
<i>Amandinea punctata</i>	1	2	5,5

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

S	IDLs	D.S.	C.V.
1	27,7	2,5	9,1
2	39,0	5,6	14,3
3	19,7	4,2	21,2
4	48,3	15,0	31,1
5	49,5	6,4	12,9
6	10,3	0,6	5,6
7	32,7	5,9	17,9
8	11,7	1,5	13,1
9	41,0	12,0	29,3
10	51,3	21,8	42,5
11	45,7	31,6	69,1
12	49,5	17,2	34,7
13	53,0	4,4	8,2
14	45,0	3,6	8,0
15	43,7	1,5	3,5
16	52,3	16,0	30,7
17	38,3	7,6	19,9
18	13,3	5,8	43,3
19	65,7	17,6	26,8
20	51,7	9,6	18,6
21	27,7	7,6	27,4
22	10,0	3,5	34,6
23	28,0	7,9	28,3
24	20,7	7,1	34,3
25	54,7	9,3	17,0
26	70,7	9,1	12,8
27	61,0	6,1	10,0

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 (6) è stato rilevato, ancora una volta, su un taglio nei pressi di Castelferretti, nel comune di Falconara Marittima, circa 6 km a SSW della raffineria API (stazione 22). Anche il valore più basso dell'IDLs (IDL medio della stazione) è stato registrato nella medesima stazione (10). La stazione 26 (Serra S. Quirico, strada per S. Elia c/o deposito Sassi Rossi) ha riportato il valore più elevato sia dell'IDLr (81) che dell'IDLs medio (70,7).

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 $39,3 \pm 8,9$ ed indica che in generale l'area di studio rientra nella fascia di semi-alterazione, confermando il salto di fascia già osservato lo scorso anno rispetto agli anni precedenti. Tuttavia la differenza nel valore di IDL medio rispetto alle scorse indagini è minima e prossima al limite fra le due fasce di semi-naturalità e semi-alterazione. Il valore medio del coefficiente di variazione (23,1%) è simile a quello degli scorsi anni e indica una certa omogeneità 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* (18,5 % delle stazioni)

- stazioni 3, 6, 8, 18, 22.

Fascia 3: *semi-alterazione* (25,9% delle stazioni)

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

Fascia 4: *semi-naturalità* (40,7 % delle stazioni)

- stazioni 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20

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

- stazioni 19, 25, 26, 27.

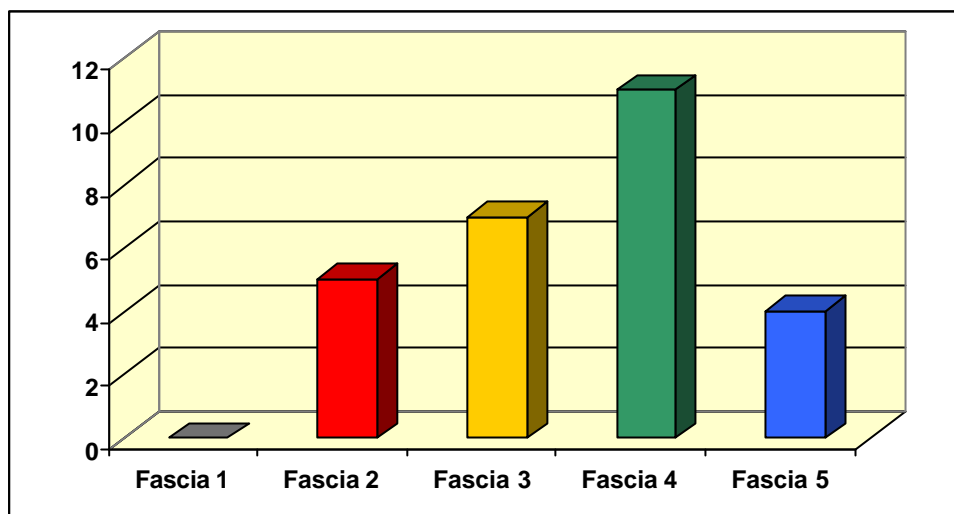


Figura 4.1 – Distribuzione delle stazioni di campionamento nelle cinque fasce considerate.

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.

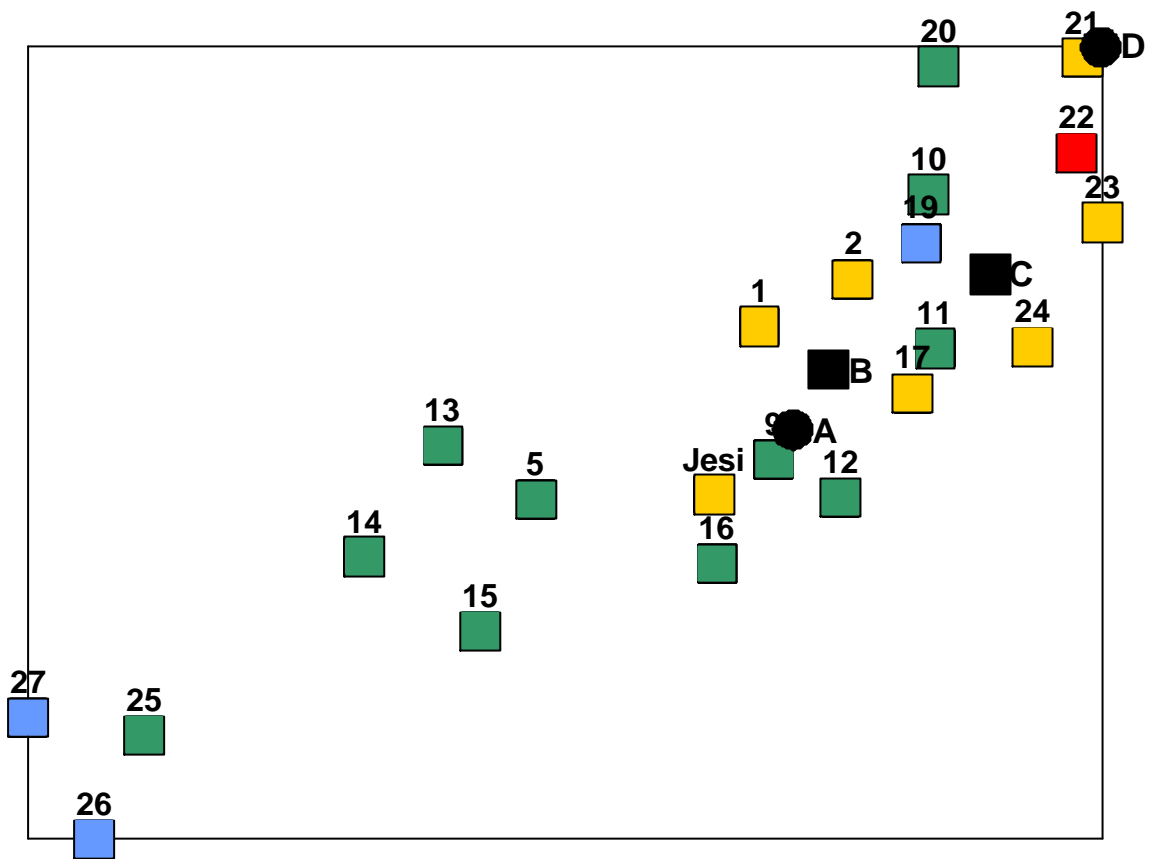


Figura 4.2 – Naturalità/alterazione delle stazioni presenti nell'area di studio. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.

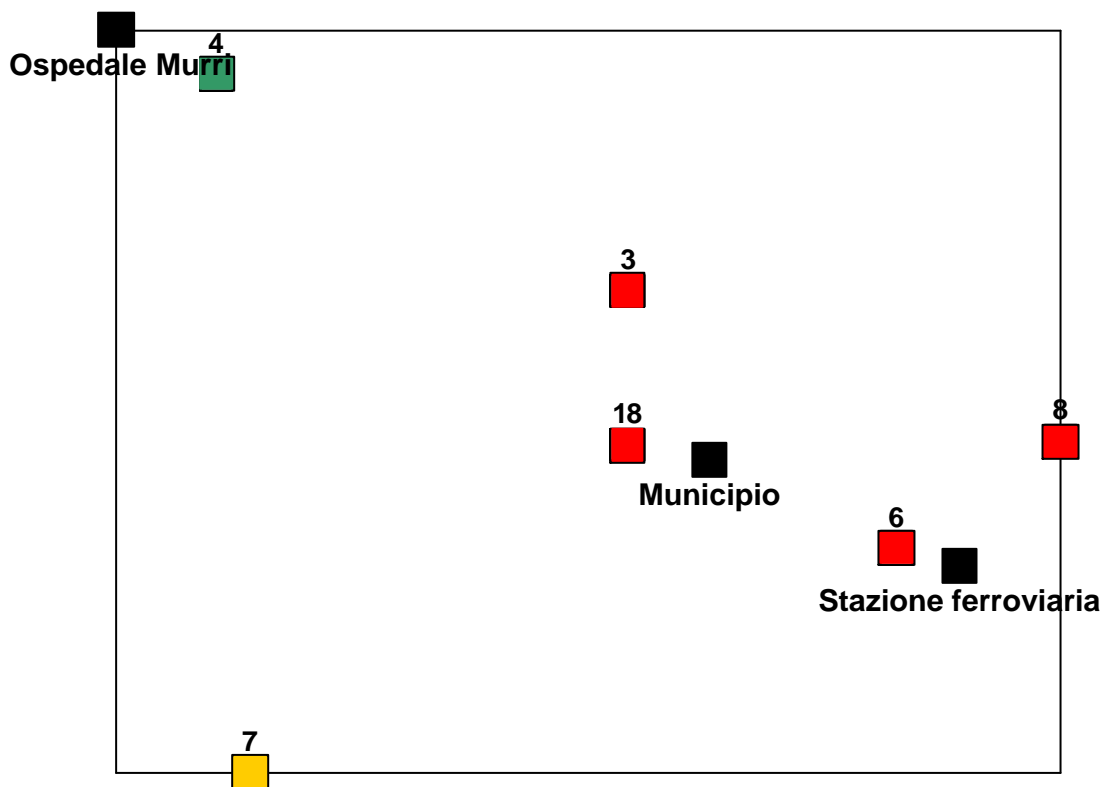
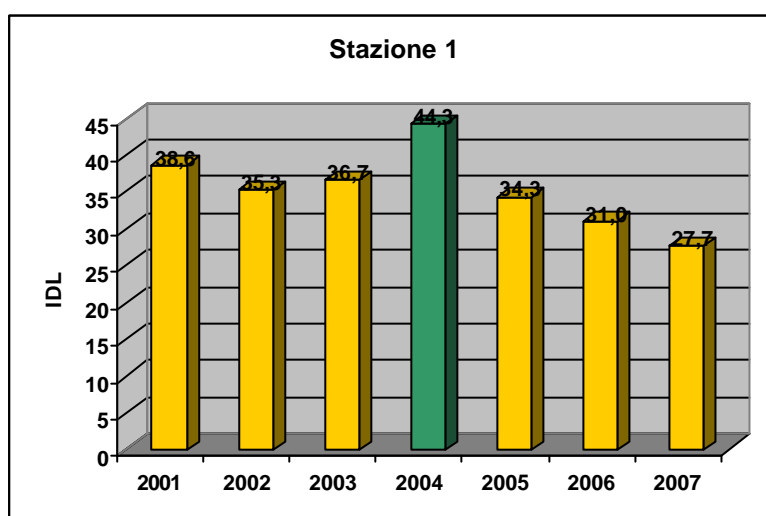


Figura 4.3 – Naturalità/alterazione delle stazioni del centro urbano di Jesi.

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 dei 7 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

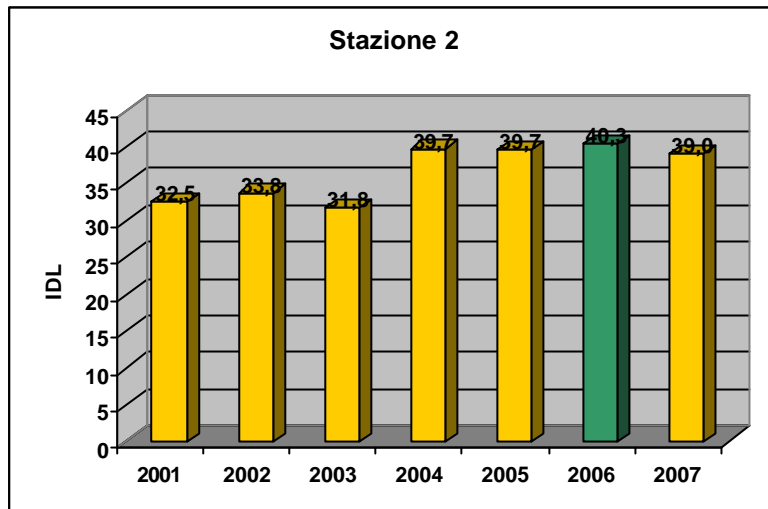


Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Collema nigrescens*, *Physconia venusta*, *Melaspilea urceolata*.

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

Monsano loc. Selvatorta

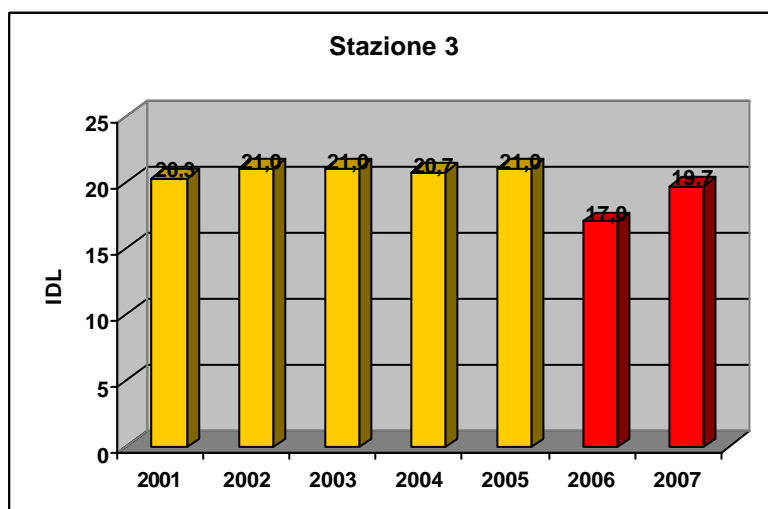


Specie indagine 2007: *Gyalecta truncigena*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *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.

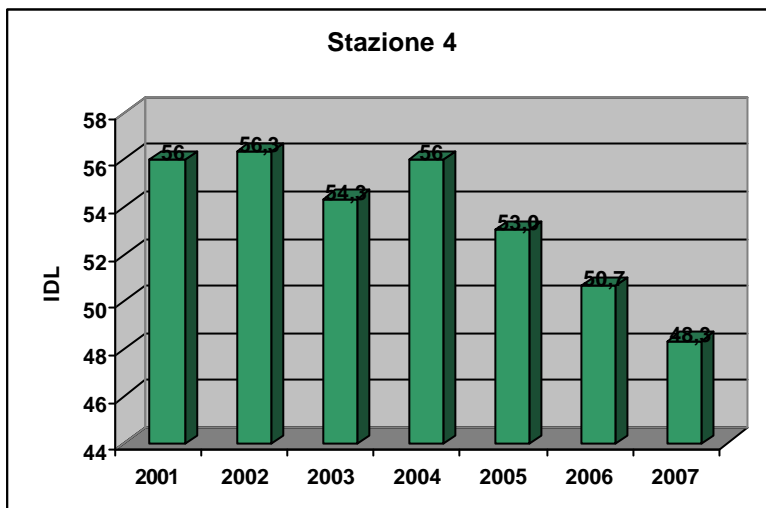
Jesi via S. Pietro Martire



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*.

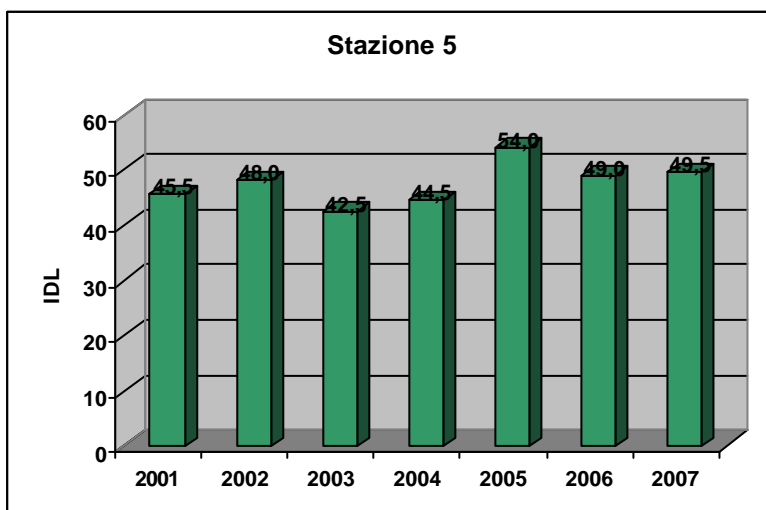
Jesi via dei Colli



Specie indagine 2007: *Arthonia radiata*, *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia chloantha*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physconia venusta*.

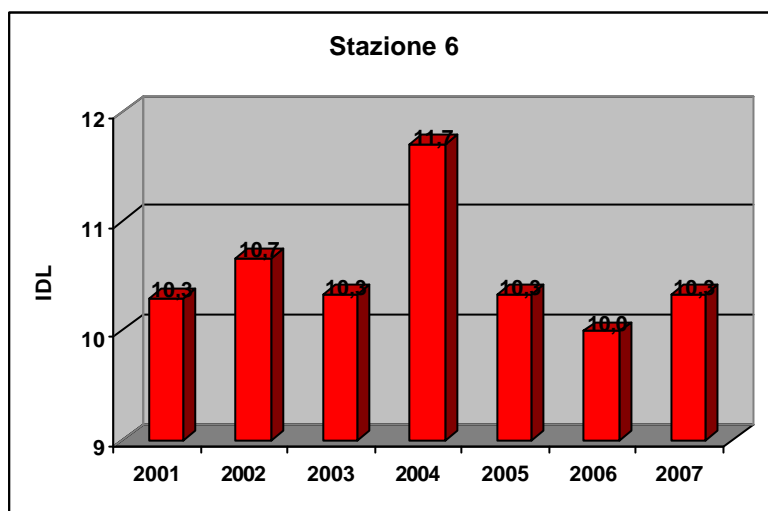
Jesi loc. Colle Bellombra



Specie indagine 2007: *Amandinea punctata*, *Caloplaca cerinella*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physcia biziana*, *Physconia distorta*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Buellia griseovirens*, *Collema sp.*, *Lecanora chlorotera*.

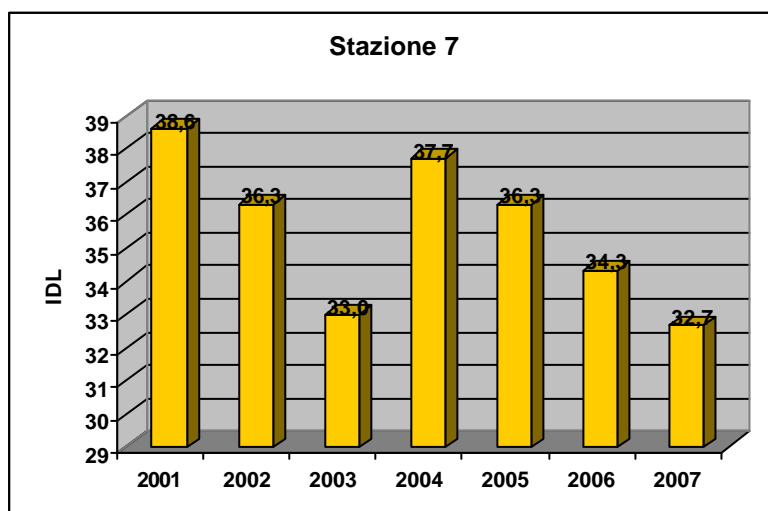
Jesi viale Trieste



Specie indagine 2007: *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Phaeophyscia orbicularis*.

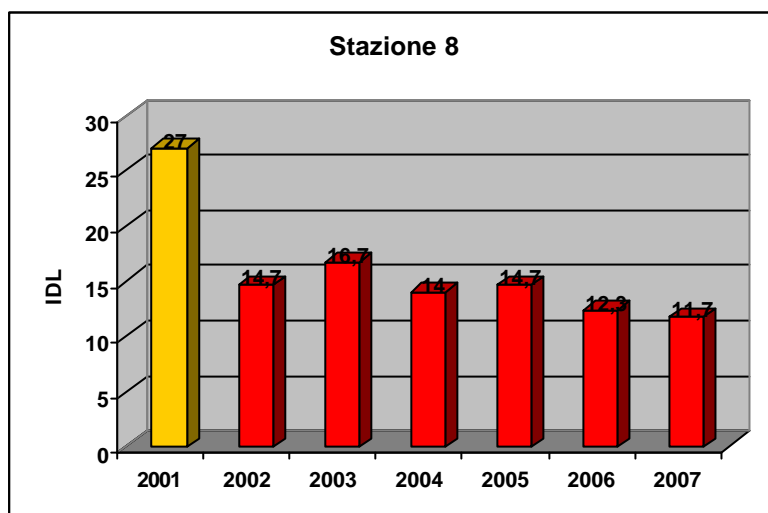
Jesi via Ragazzi del '99



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Physconia venusta*.

Jesi via Cascamificio

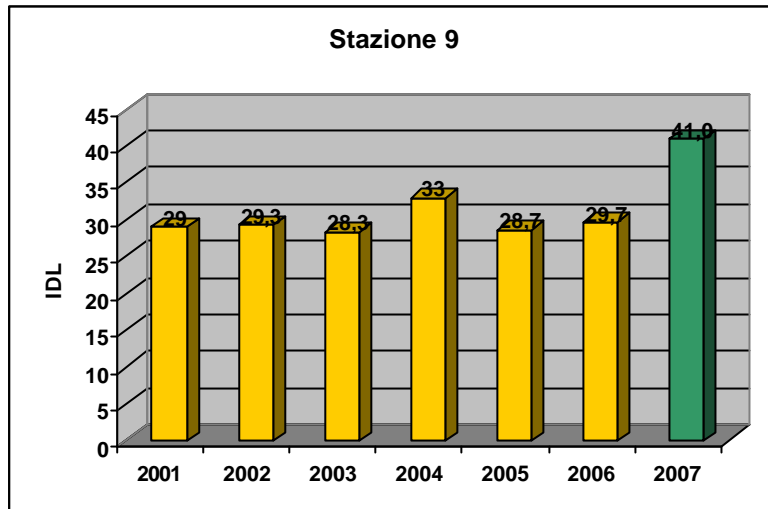


Specie indagine 2007: *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *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.

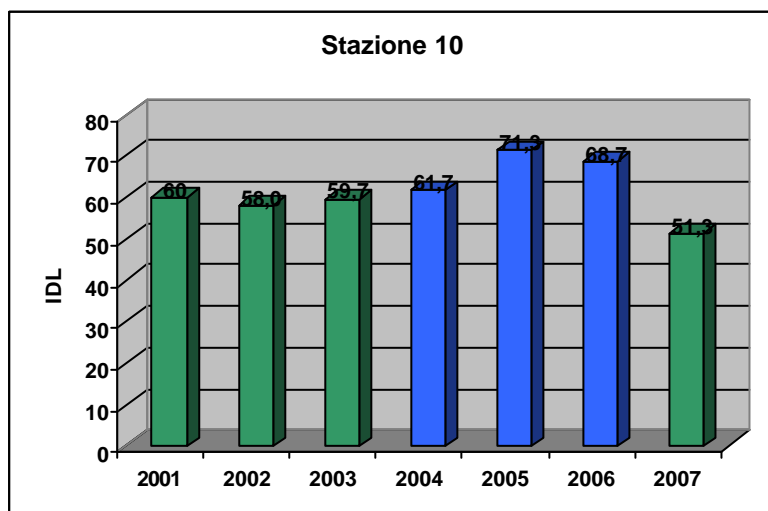
Jesi via G. Latini



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora hagenii*, *L. horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Candelaria concolor*, *Phaeophyscia orbicularis*.

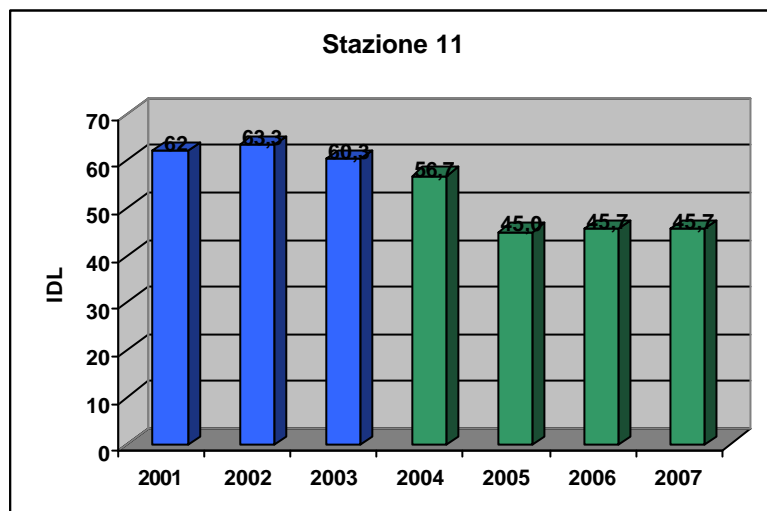
Chiaravalle Parco I Maggio



Specie indagine 2007: *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Amandinea punctata*, *Evernia prunastri*, *Lecanora argentata*, *L. horiza*, *Lepraria* sp., *Melanelia glabra*, *P. aipolia*, *Ramalina* sp.

Agugliano loc. La Chiusa

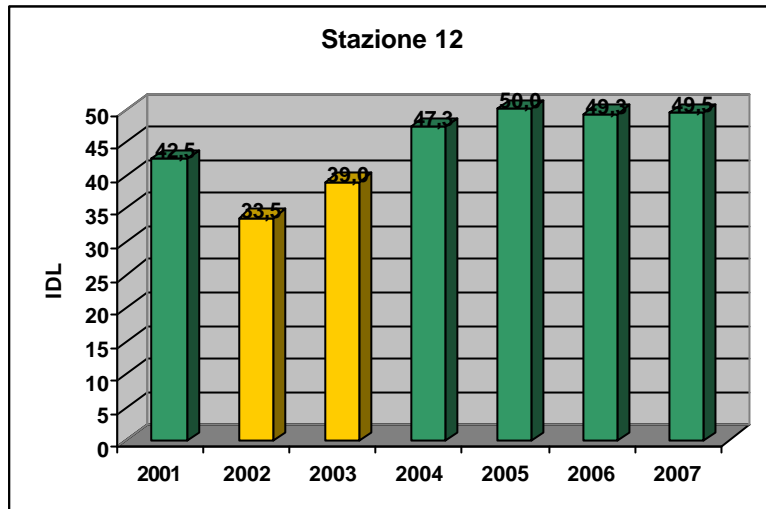


Specie indagine 2007: *Caloplaca cerinella*, *Candelaria concolor*, *Diplotomma alboatrum*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Lecanora chlarotera*, *L. hagenii*, *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

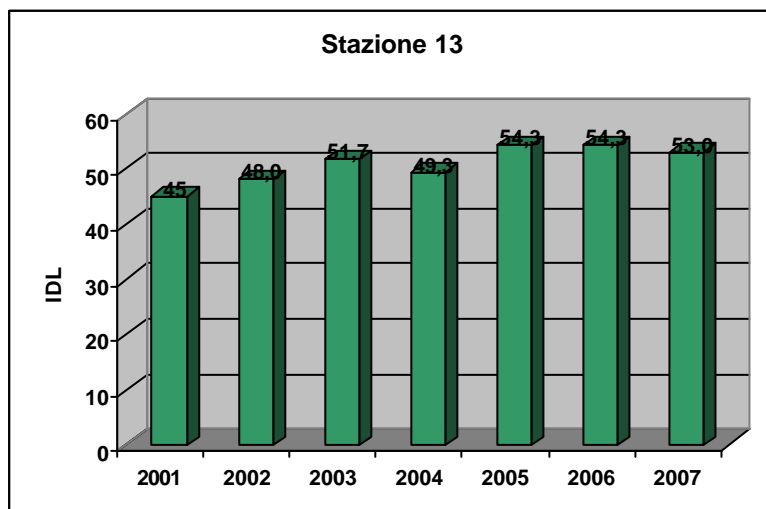


Specie indagine 2007: *Candelaria concolor*, *Candelariella reflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Lecanora chlarotera*, *Opegrapha varia*, *P. aipolia*, *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.

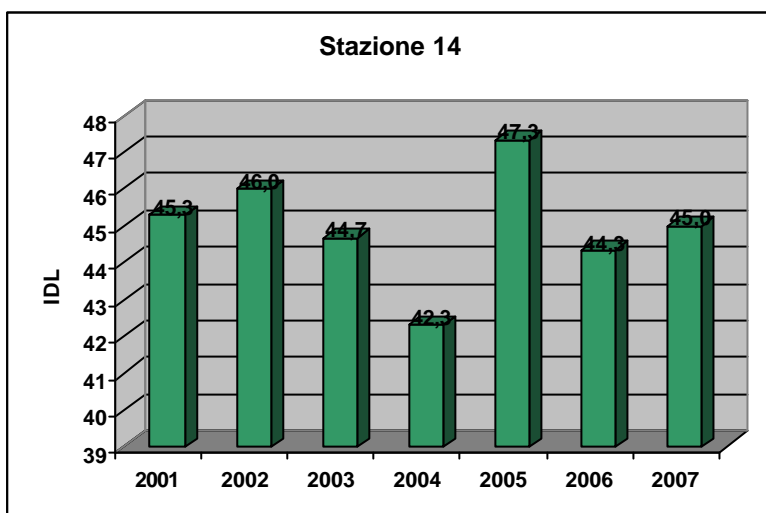
Moie c/o la chiesa del Puzzo



Specie indagine 2007: *Candelariella xanthostigma*, *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 2007: *Lecanora horiza*.

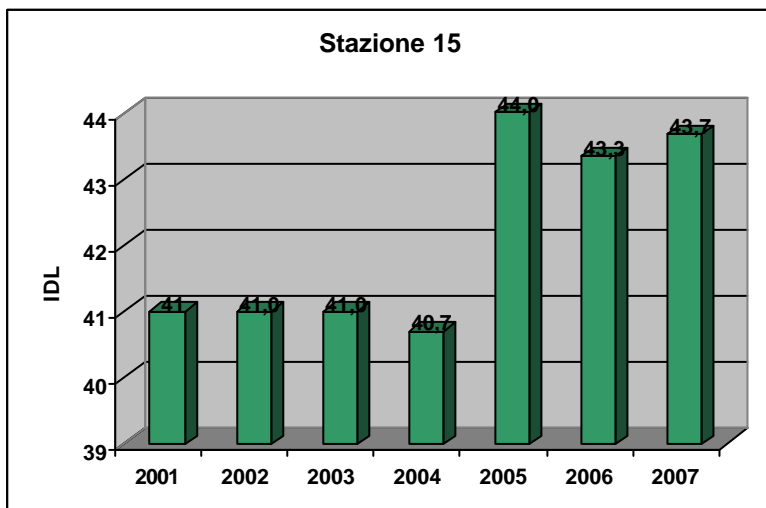
Moie via Torrette



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Mycomicrothelia confusa*, *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 2007: *Buellia griseovirens*, *Lecanora chlarotera*, *Physconia venusta*.

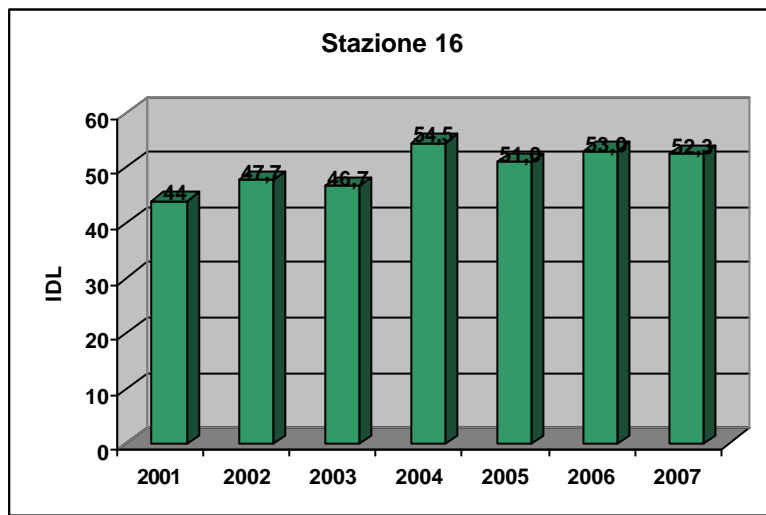
Monte Roberto loc. Pianello



Specie indagine 2007: *Collema* sp., *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Melaspilea urceolata*, *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *P. biziana*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Lecanora chlarotera*, *Physcia aipolia*, *Physconia distorta*.

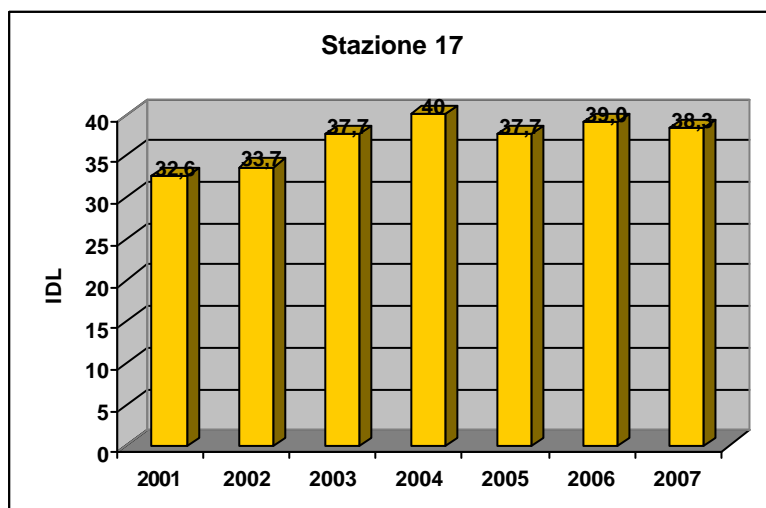
Jesi loc. Pian del Medico



Specie indagine 2007: *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarotera*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Caloplaca cerinella*.

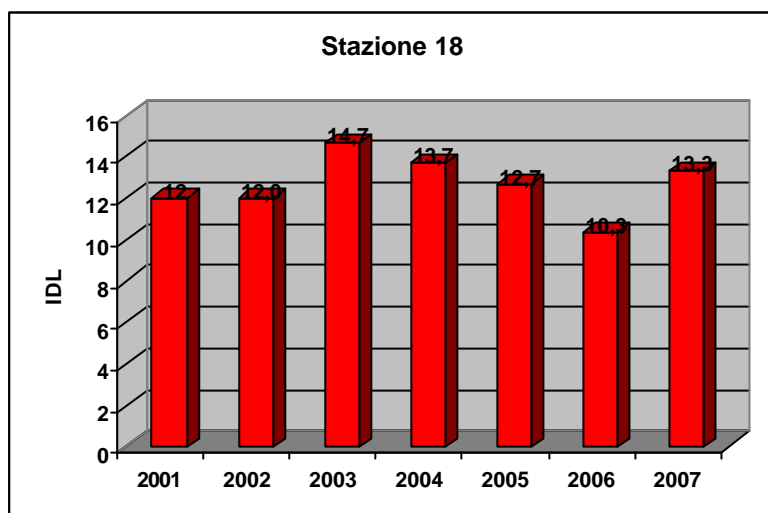
Jesi loc. Mazzangrugno



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P.biziana*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Lecanora horiza*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *P. venusta*.

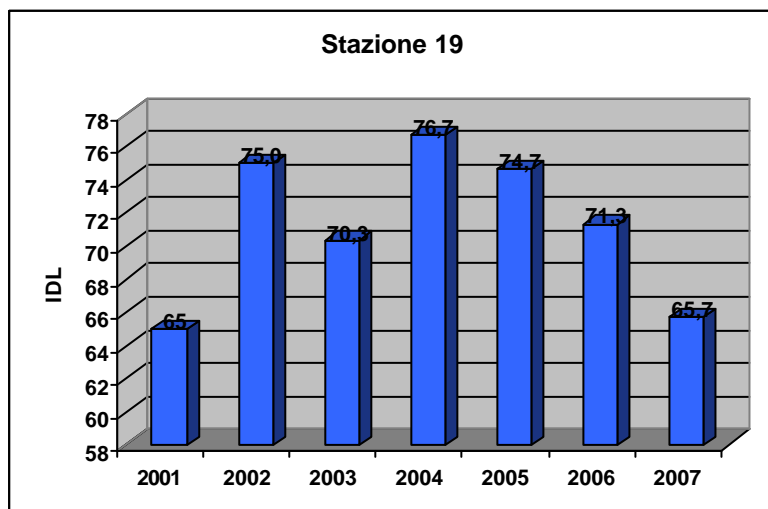
Jesi viale della Vittoria



Specie indagine 2007: *Candelariella subdeflexa*, *Mycomicrothelia confusa*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina*.

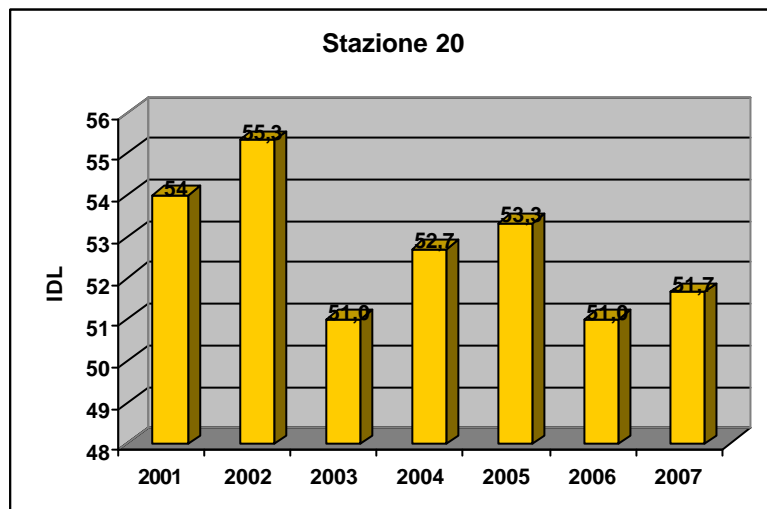
Jesi loc. Aia Murata



Specie indagine 2007: *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 2007: *Caloplaca cerinella*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecanora horiza*, , *P. aipolia*, *Punctelia subrudecta*.

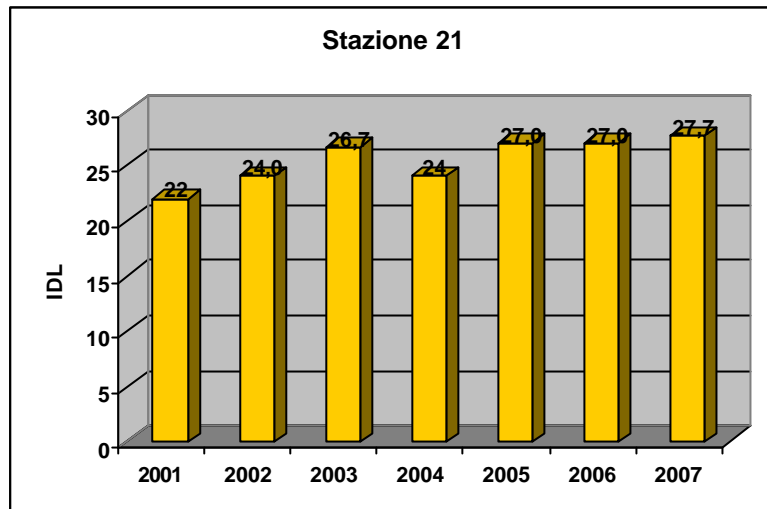
Montemarciano loc. Gabella



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physcia aipolia*.

Falconara Marittima loc. Fiumesino



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarotera*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Pertusaria sp.*

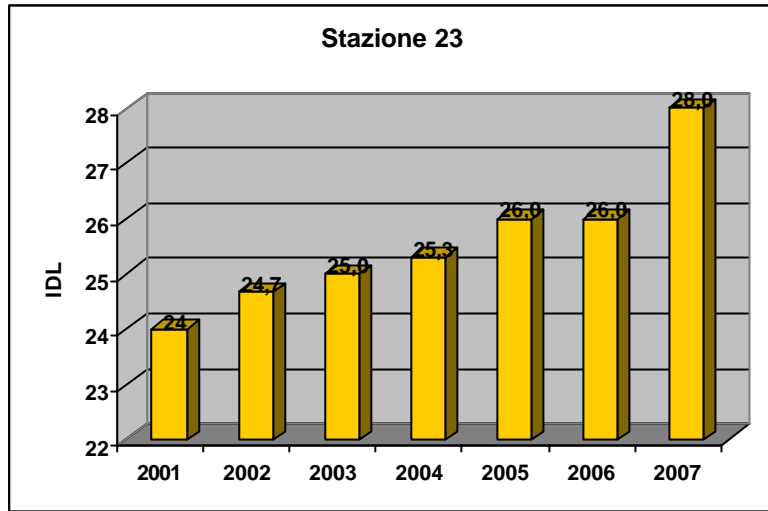
Falconara Marittima loc. Castelferretti via 14 Luglio



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*.

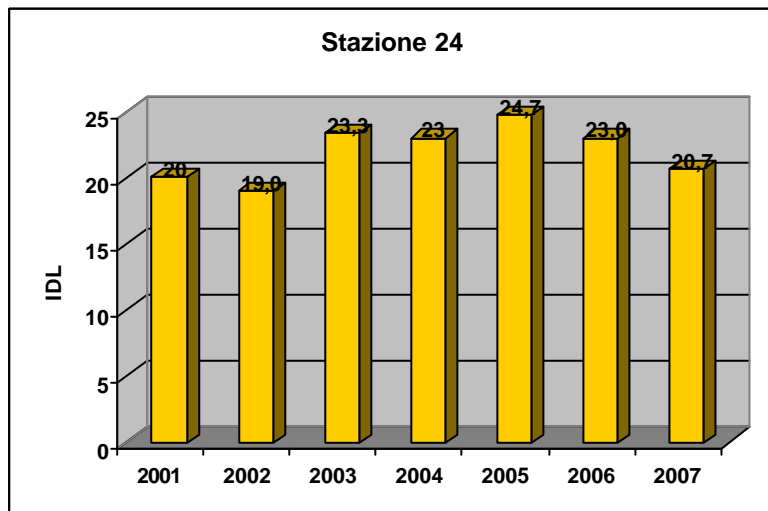
Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Lepraria sp.*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*.

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



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

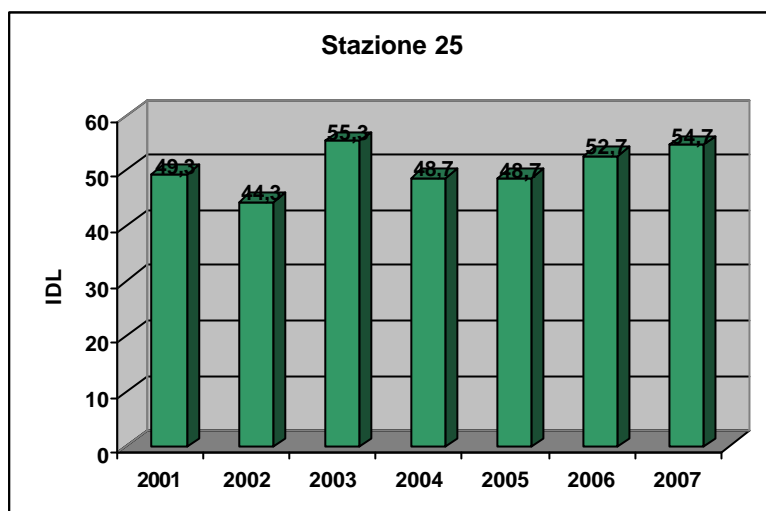
Agugliano c/o C. Paglialunga



Specie indagine 2007: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *Physcia biziana*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Xanthoria parietina*.

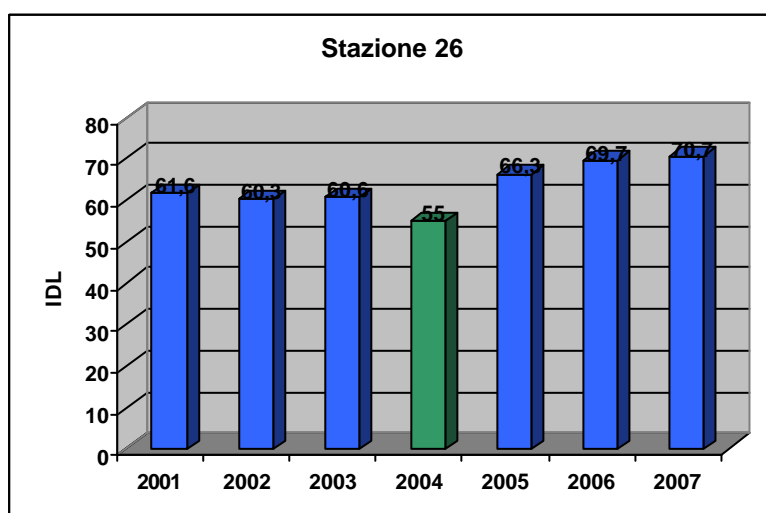
Serra S. Quirico borgo Stazione



Specie indagine 2007: *Caloplaca cerina*, *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlarothesa*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Collema furfuraceum*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Physconia grisea*.

Serra S. Quirico deposito Sassi Rossi

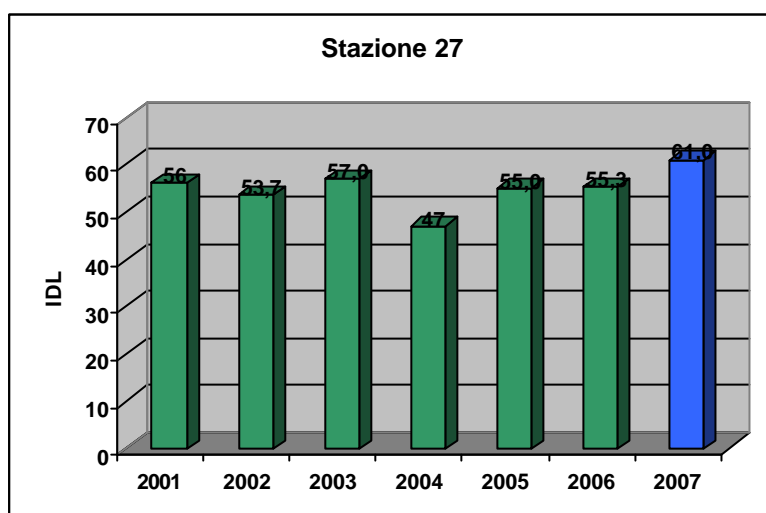


Specie indagine 2007: *Candelaria concolor*, *Candelariella reflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *L. carpinea*, *L. chlarothesa*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2007: *Amandinea punctata*, *Caloplaca cerina*, *Collema furfuraceum*, *C. ligerinum*, *Lecanora carpinea*, *Physcia biziana*, *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 2007: *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 2007: *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 (2001-2006). 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 e 4.14 mostrano i cambiamenti rispetto alle indagini precedenti. I salti di fascia registrati nelle stazioni 2 e 27 sono dovuti ad una minima diminuzione (nel caso della stazione 2) o ad un minimo aumento (nel caso della stazione 27) del valore di IDL rispetto allo scorso anno (vedi grafici delle singole stazioni), probabilmente dovuti 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 queste stazioni, infatti, il valore dell'IDL registrato nei vari anni è molto prossimo al limite di soglia fra una fascia e l'altra.

Nella stazione 9 (Via Latini) si è assistito ad un salto di fascia (da semi-alterazione a semi-naturalità) rispetto agli scorsi anni dovuto ad un aumento di una decina di punti nel valore dell'IDL. I campionamenti effettuati negli anni a venire permetteranno di interpretare in maniera migliore il cambiamento.

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 sono risultati inferiori rispetto a quelli registrati durante gli ultimi 3 anni 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 11 (Agugliano, Loc. La Chiusa), il valore di IDLs misurato quest'anno (45,7) conferma il salto di fascia da naturalità a semi-naturalità che si è verificato a partire dal 2004.

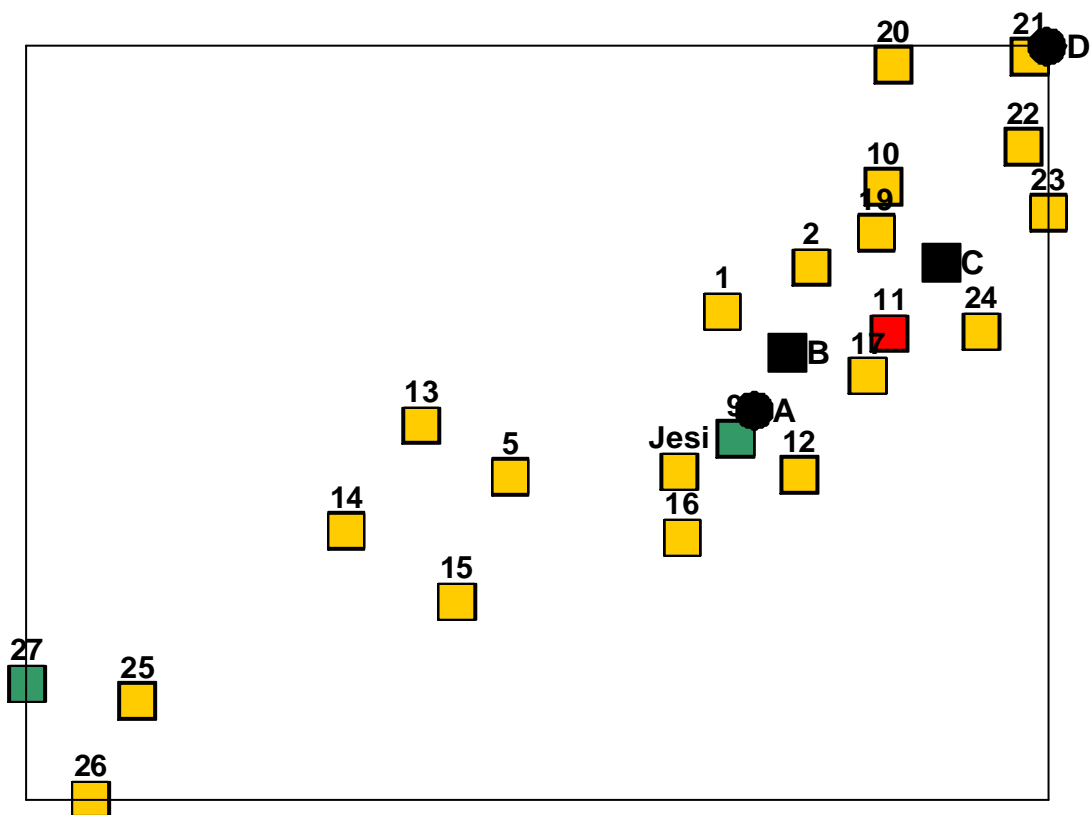


Figura 4.4 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2001 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

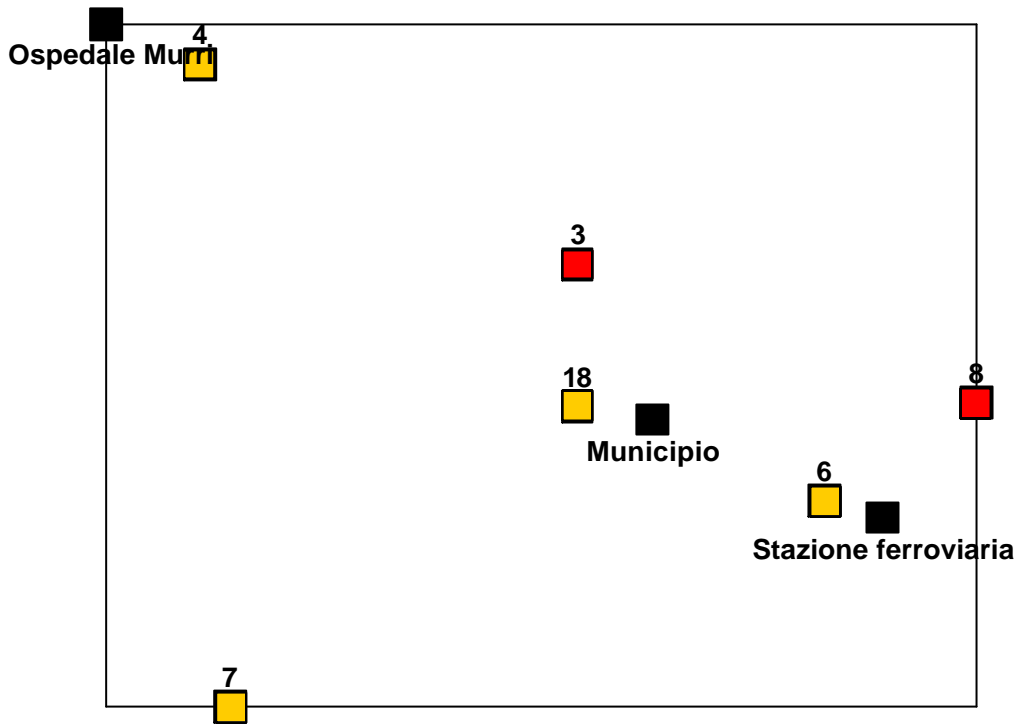


Figura 4.5 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2001 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata.

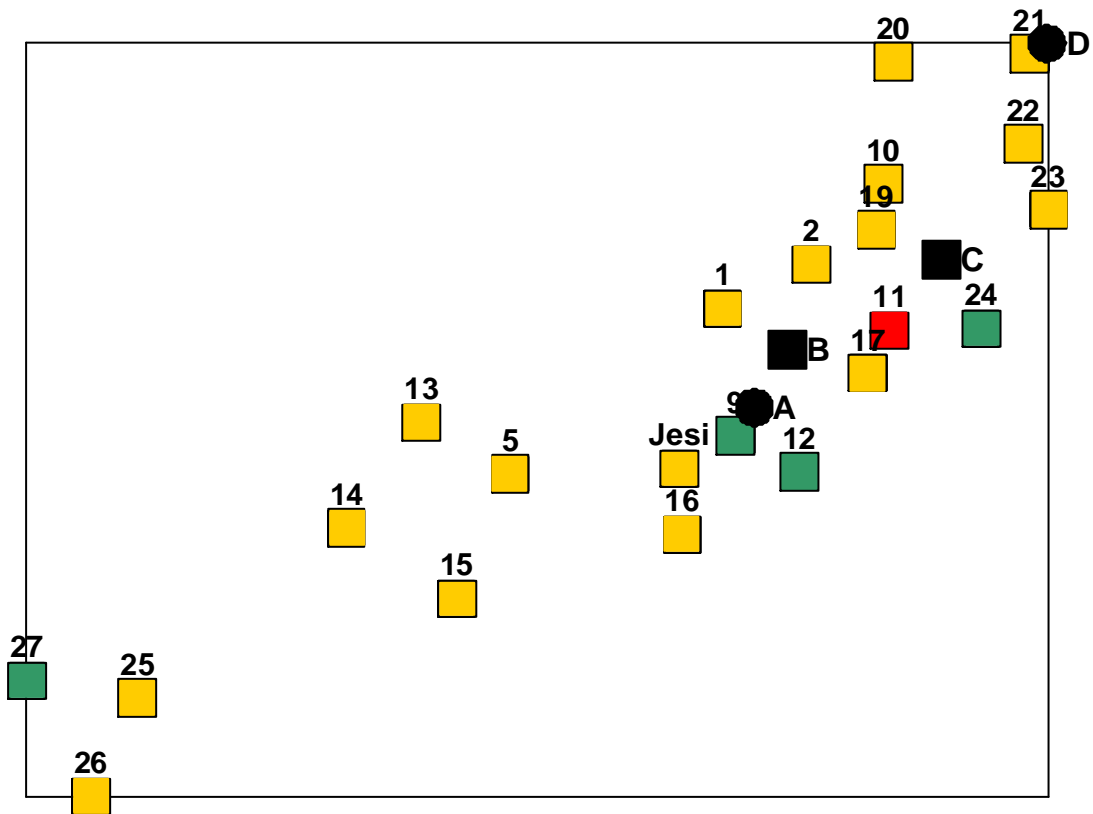


Figura 4.6 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

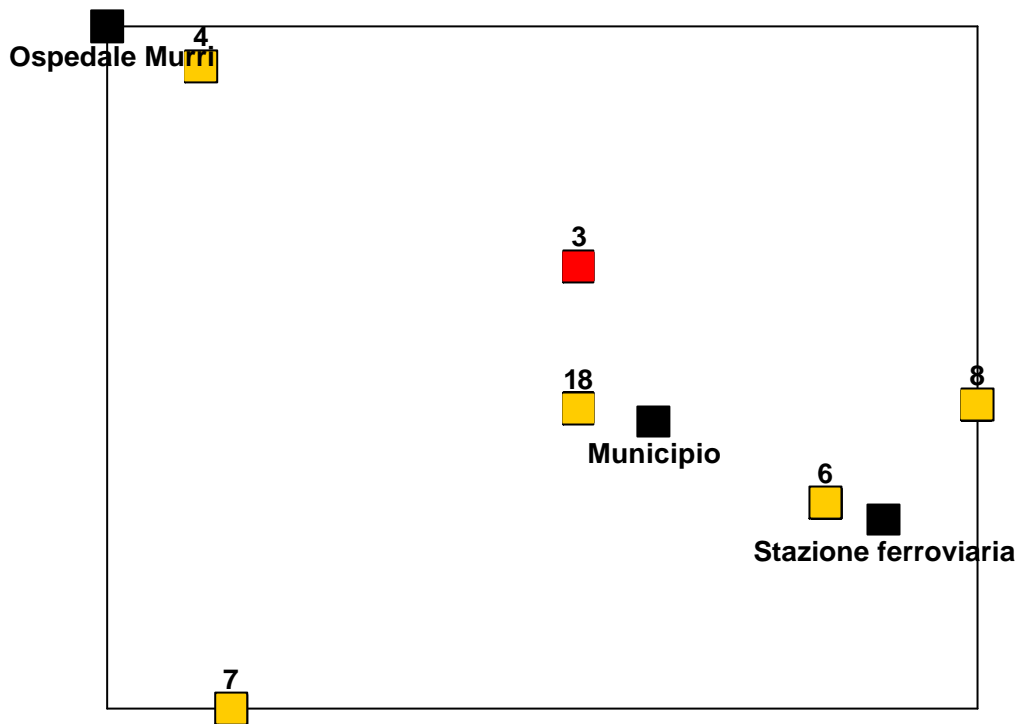


Figura 4.7 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.

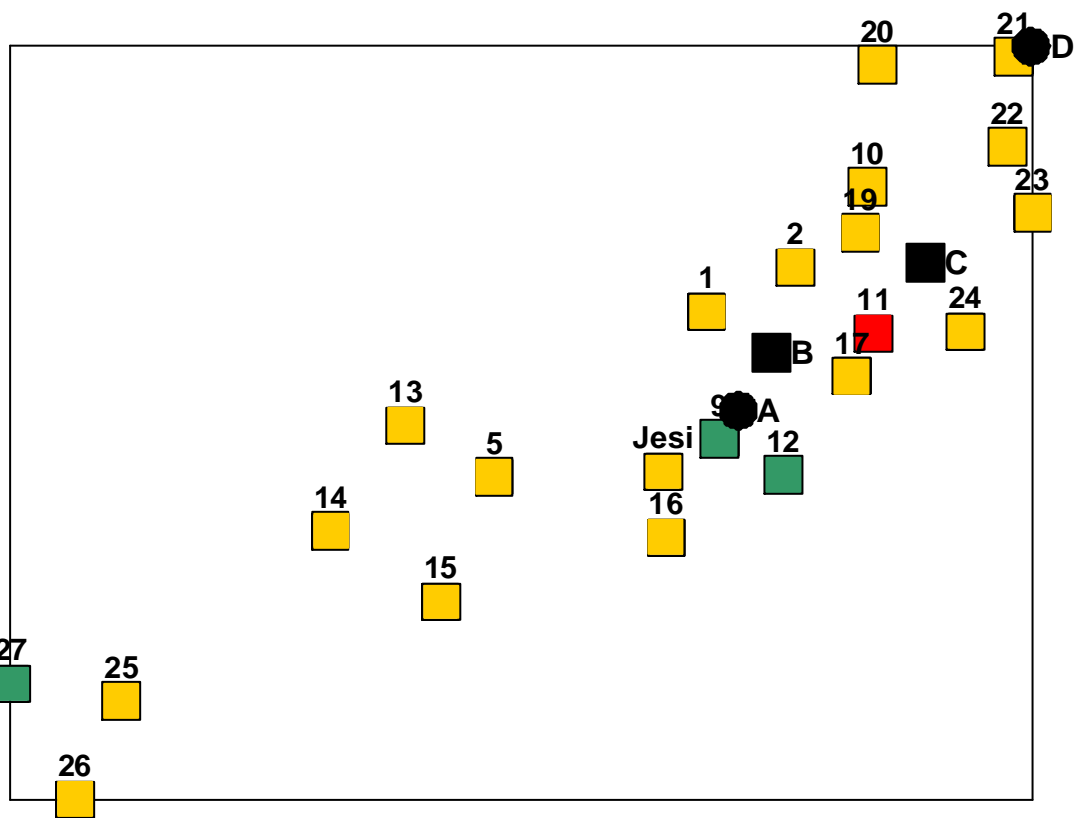


Figura 4.8 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2003 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

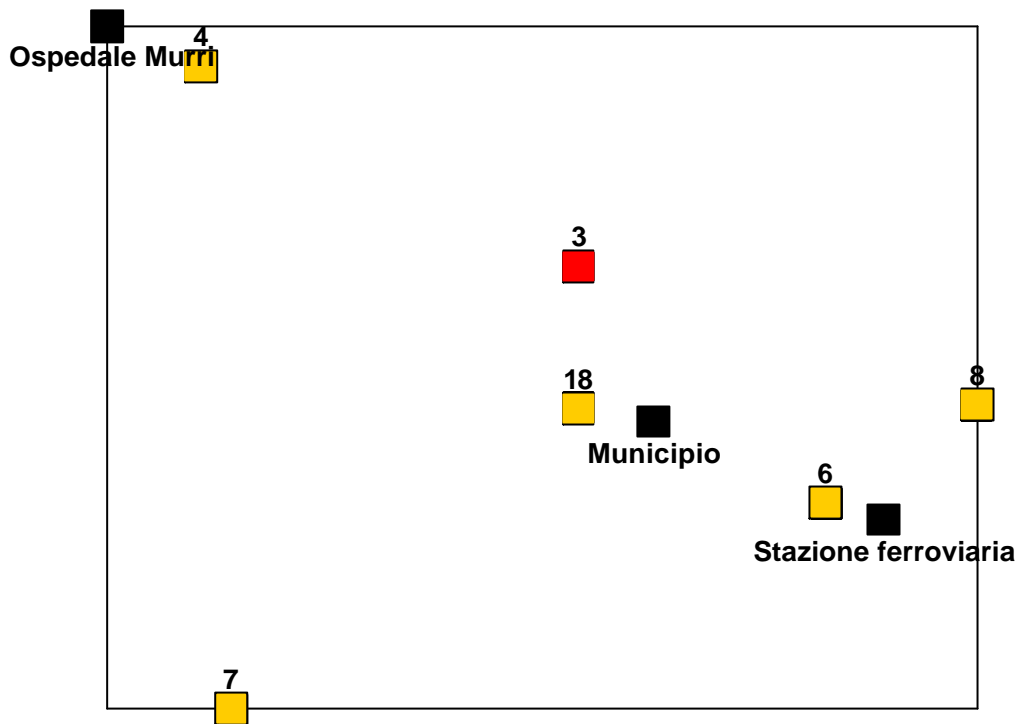


Figura 4.9 – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2003 nell’area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.

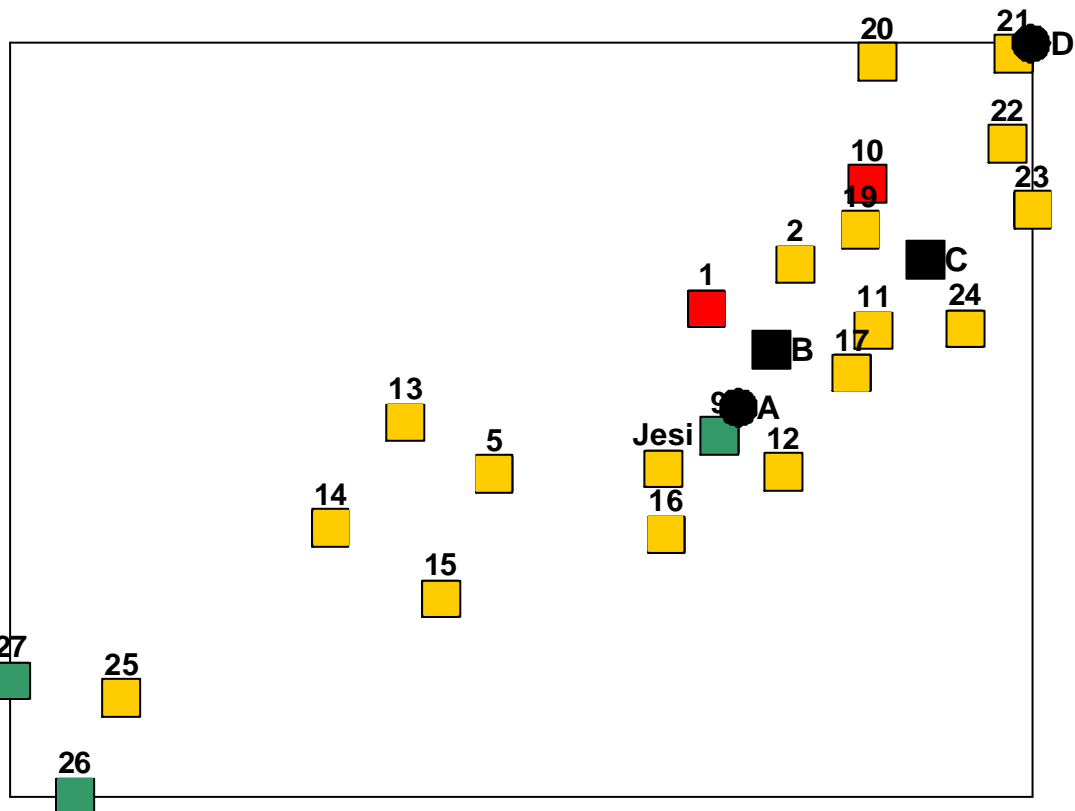


Figura 4.10 – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2004 nell’area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

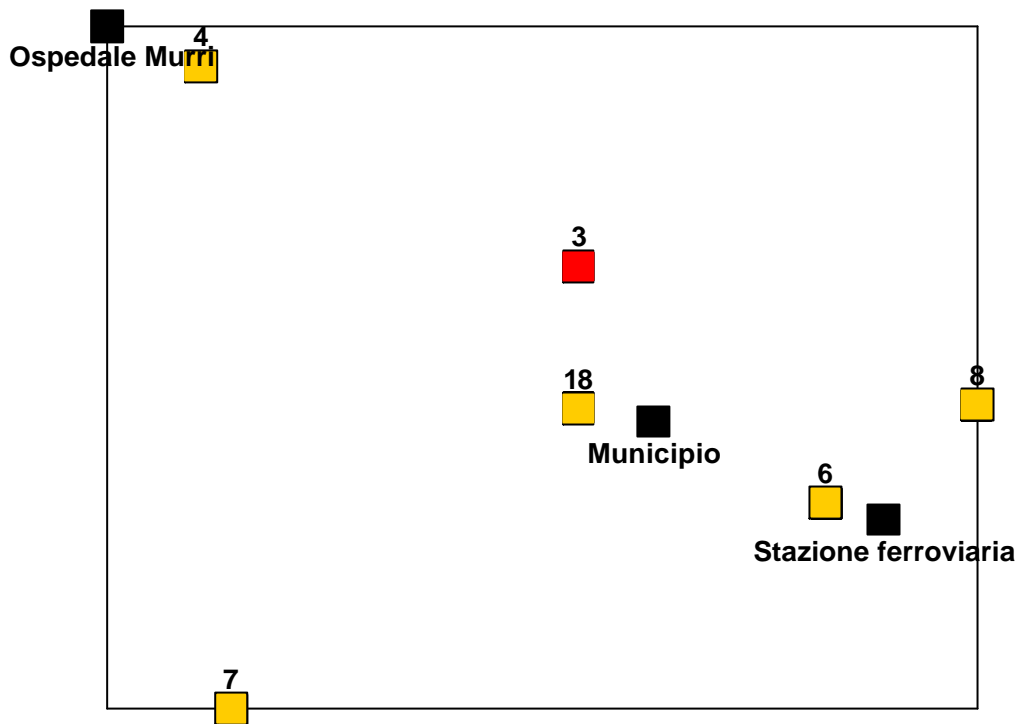


Figura 4.11 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2004 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.

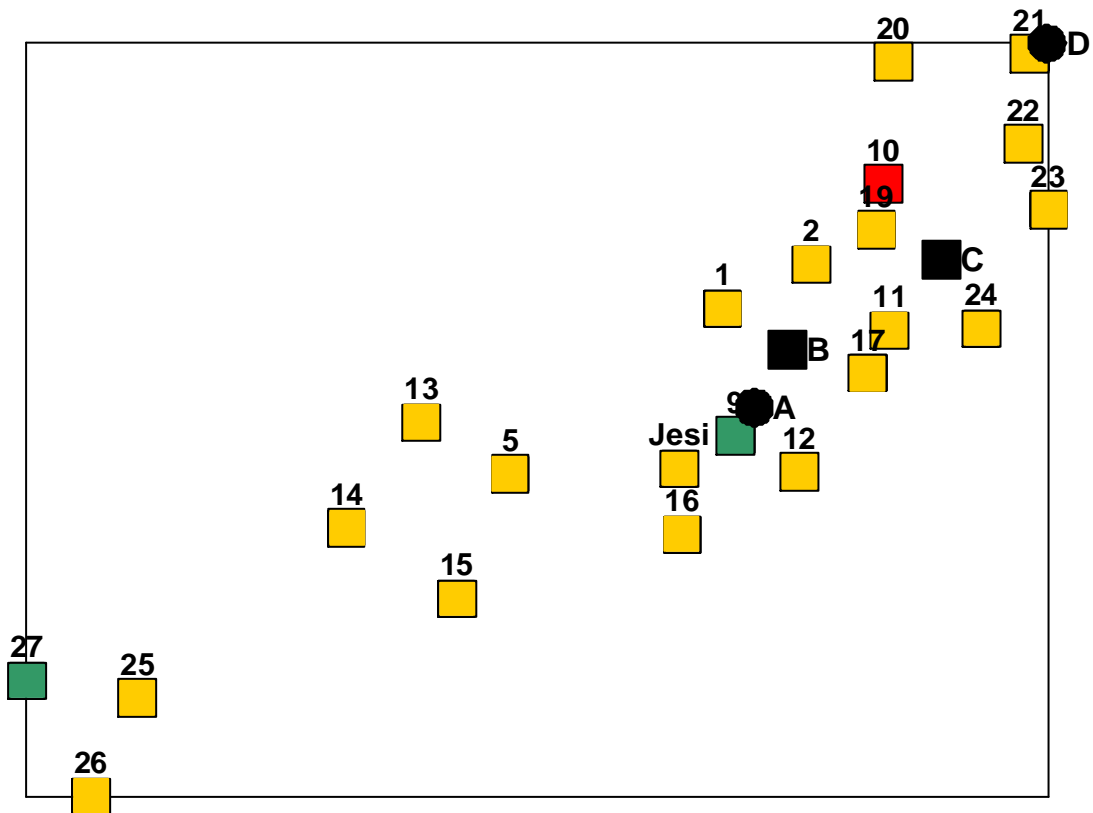


Figura 4.12 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2005 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

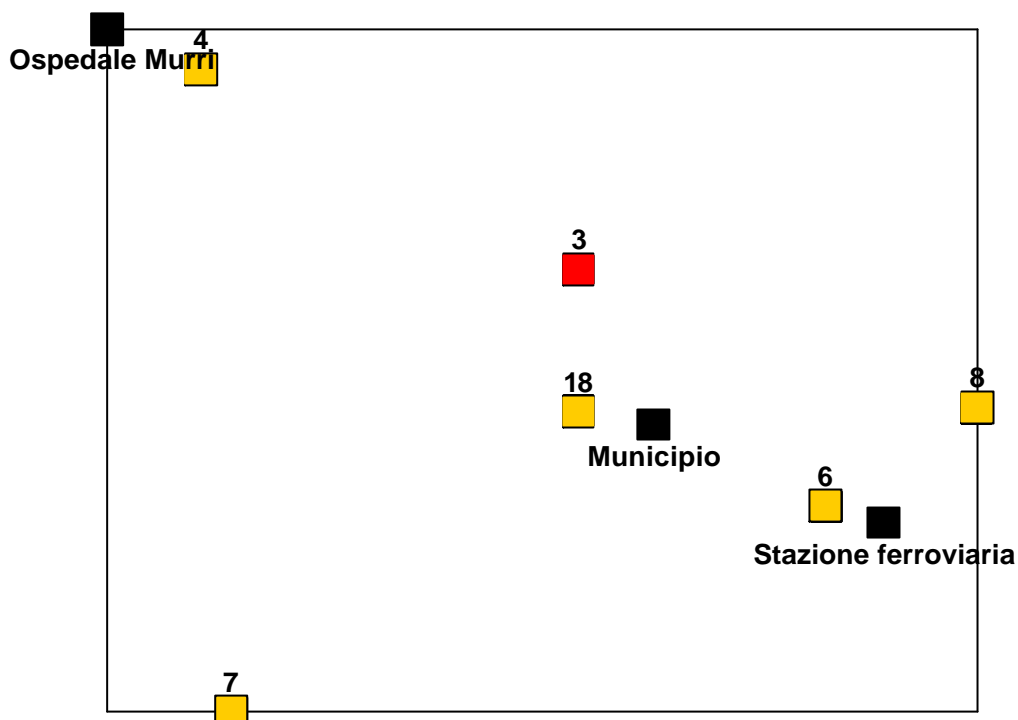


Figura 4.13 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2005 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.

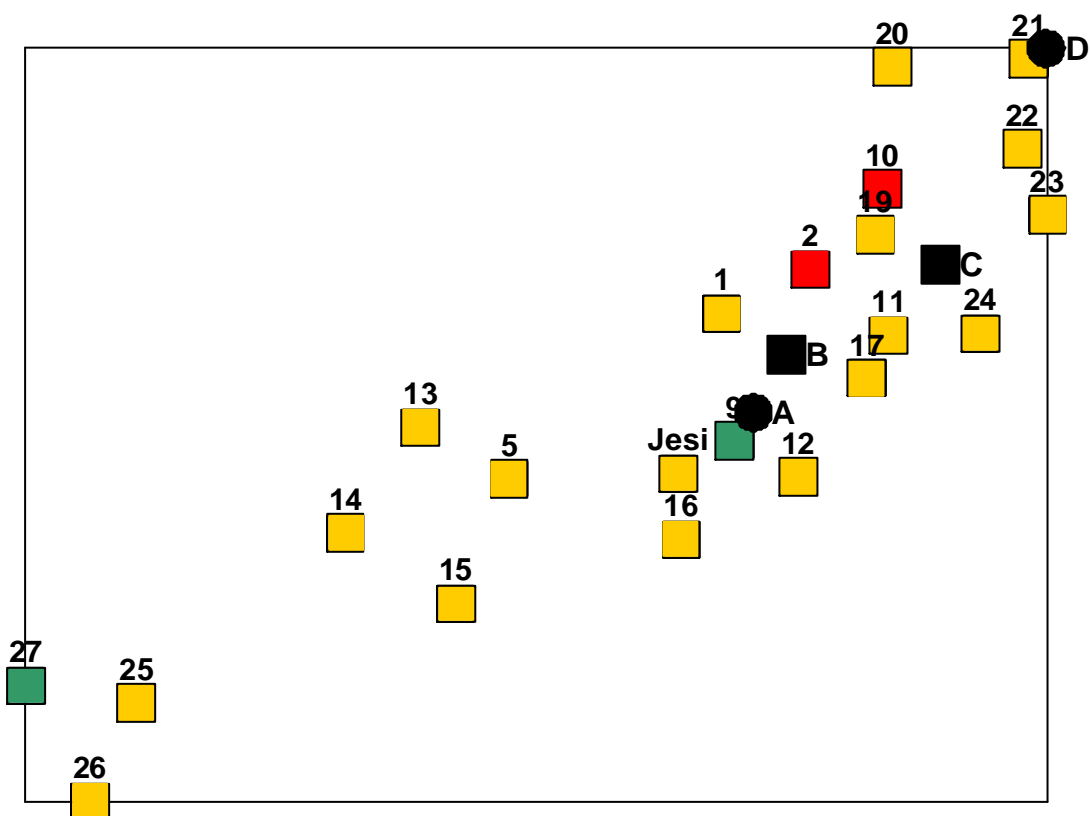


Figura 4.14 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2006 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

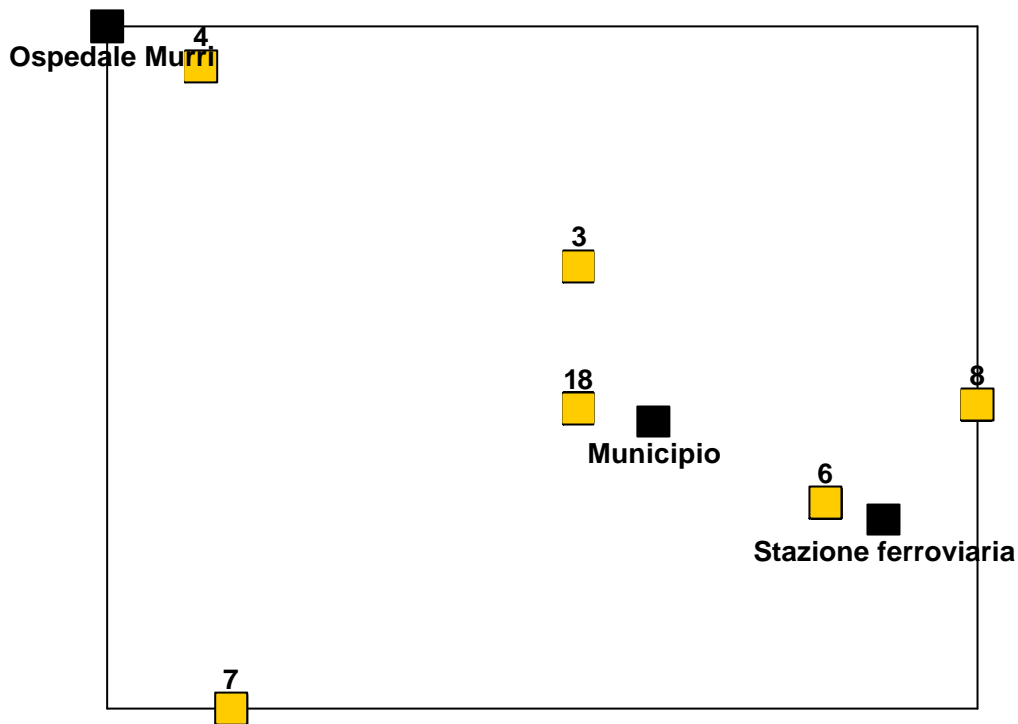


Figura 4.15 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2006 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.

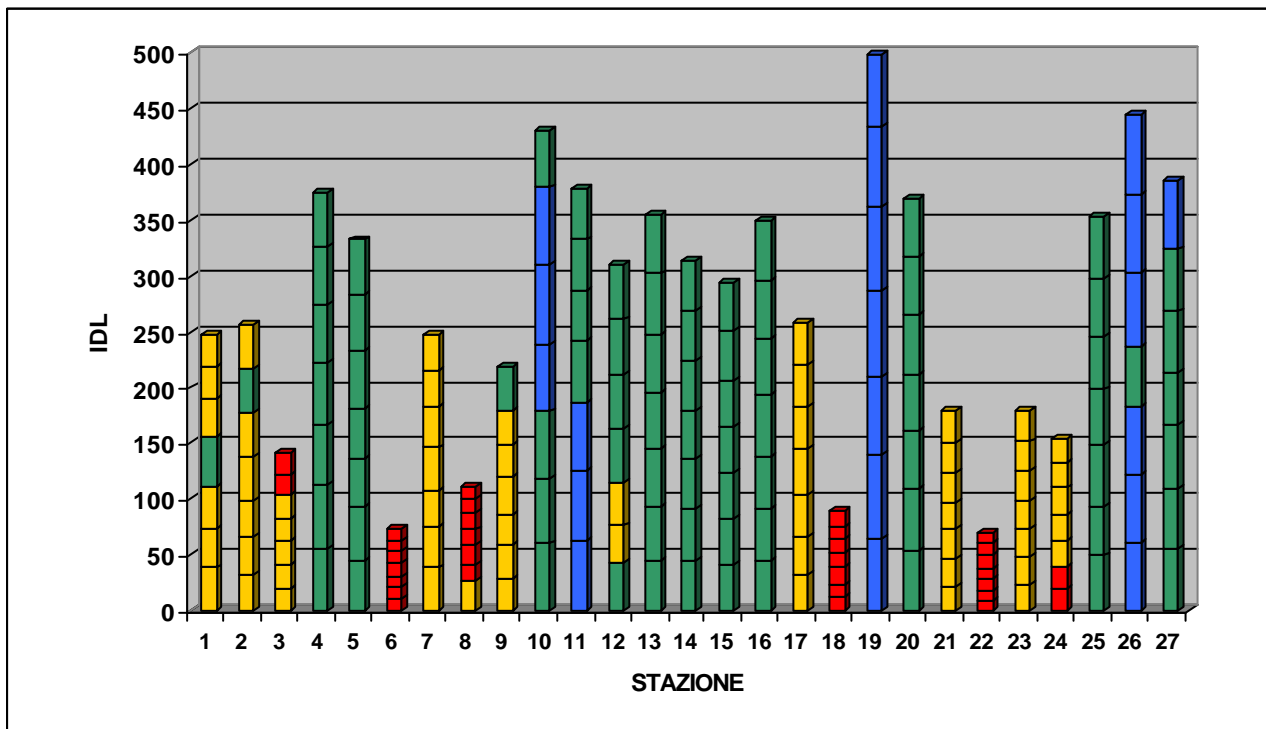


Figura 4.14 – Istogramma in pila dei valori dell'IDL in ogni stazione nei 7 anni di indagine (2001-2007). Il colore delle barre indica la classe di naturalità/alterazione corrispondente.

Il salto di fascia da naturalità a semi-naturalità registrato nel 2004 nella stazione 26 (Serra S. Quirico, deposito Sassi Rossi) era probabilmente dovuto all'aumento di vegetazione (edera e rovi)

che tendeva a coprire il tronco degli alberi campionati e a cambiare quindi le condizioni microambientali per lo sviluppo della vegetazione lichenica. La sostituzione degli alberi non più adatti al campionamento con tre nuovi forofiti ha riportato i valori dell'IDLr a valori simili a quelli registrati negli anni precedenti. Questa situazione è stata confermata anche dai dati raccolti nella presente indagine.

Per quanto riguarda il centro urbano di Jesi, nel corso dei 7 anni di indagine si sono verificati cambiamenti soltanto nelle stazioni 3 e 8 (Fig. 4.5, 4.7, 4.9, 4.11, 4.13 e 4.15). 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, anche durante questa campagna di rilevamenti, come in quella del 2006, è stata registrata una lieve diminuzione del valore dell'IDLs rispetto agli anni precedenti, che ha comportato un salto di fascia da semi-alterazione ad alterazione. 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	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M	DS	CV%
Ag	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05	0,03	0,01	33,0
Al	456	217	377	430	303	362	199	259	376	341	295	316	74,9	23,7
As	0,22	0,33	0,29	0,25	0,35	0,28	0,30	0,29	0,33	0,30	0,32	0,30	0,03	10,0
Ba	13,2	19,2	17,3	13,7	21,9	17,6	20,6	21,0	21,9	15,4	17,7	18,6	2,79	15,0
Be	0,012	0,019	0,011	0,006	0,005	0,007	0,005	0,015	0,005	0,009	0,013	0,01	0,00	52,7
Bi	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,10	0,07	0,05	0,04	0,05	0,05	0,02	42,4
Ca	1585	3737	2153	2482	3224	2433	3263	3261	3033	2331	2648	2857	517	18,1
Cd	0,08	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,07	0,10	0,09	0,07	0,08	0,09	0,01	10,7
Co	0,22	0,31	0,27	0,24	0,29	0,25	0,31	0,29	0,31	0,26	0,30	0,28	0,03	9,7
Cr	1,29	1,76	1,91	1,43	2,25	1,73	2,53	2,34	2,33	2,05	2,04	2,04	0,34	16,6
Cs	0,06	0,08	0,05	0,05	0,07	0,04	0,08	0,07	0,08	0,05	0,06	0,06	0,01	21,2
Cu	3,84	6,38	6,10	5,52	6,99	5,45	14,67	6,86	6,42	4,86	5,42	6,87	2,83	41,2
Fe	304	374	374	286	355	327	473	420	467	357	387	382	58,4	15,3
Ga	0,21	0,24	0,27	0,18	0,24	0,22	0,25	0,26	0,33	0,25	0,25	0,25	0,04	14,6
In	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,00	29,6
K	2316	2620	2513	2350	2257	2560	2096	2133	2483	2244	2377	2363	180	7,6
Li	0,55	0,81	0,49	0,53	0,72	0,55	0,62	0,56	0,77	0,61	0,73	0,64	0,11	17,2
Mg	467	637	537	636	664	519	635	653	630	501	567	598	60,6	10,1
Mn	26,3	30,9	24,4	31,5	80,2	23,7	44,4	23,8	23,9	24,3	28,1	33,5	17,6	52,5
Na	213	360	536	398	685	381	386	421	606	590	422	479	115	24,1
Ni	1,64	1,75	1,87	1,56	2,39	1,68	2,19	2,14	2,20	1,75	2,11	1,96	0,28	14,1
Pb	2,78	3,14	3,57	2,76	3,44	3,04	4,04	3,65	3,73	3,27	3,26	3,39	0,37	11,0
Rb	3,18	3,32	2,98	2,34	3,88	2,33	3,25	2,86	4,50	2,87	2,69	3,10	0,68	21,8
Sr	8,87	11,56	12,60	11,07	12,35	10,13	13,25	16,29	12,68	9,97	10,87	12,1	1,85	15,3
Tl	0,010	0,014	0,015	0,006	0,016	0,011	0,012	0,013	0,021	0,015	0,018	0,01	0,00	28,6
U	0,05	0,06	0,06	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,01	12,7
V	1,30	1,61	1,70	1,25	1,92	1,47	1,80	1,81	2,01	1,69	1,60	1,69	0,22	13,0
Zn	19,7	21,8	26,2	23,0	43,2	24,2	32,3	30,1	28,3	30,2	32,0	29,1	6,16	21,2

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 costanti ad eccezione di Be e Mn per i quali gli alti valori di tale coefficiente ($CV > 50\%$) indicano differenze di concentrazione notevole fra una stazione e l'altra.

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. In nessuna delle stazioni sono state trovate concentrazioni di Be e In 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.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ag	S	S	S	S	S	NS	S	S	NS	S
Al	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
As	S	S	NS	S	S	S	S	S	S	S
Ba	S	S	NS	S	S	S	S	S	S	S
Be	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Bi	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ca	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cd	NS	NS	NS	S	NS	S	NS	NS	S	NS
Co	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cr	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cs	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cu	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Fe	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ga	S	S	S	S	NS	S	S	S	S	S
In	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K	S	S	NS	S	S	S	S	S	NS	NS
Li	S	NS	NS	S	NS	S	NS	S	S	S
Mg	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mn	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Na	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ni	NS	S	S	S	NS	S	S	S	S	S
Pb	S	S	NS	S	S	S	S	S	S	S
Rb	NS	S	S	S	S	NS	S	S	S	S
Sr	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tl	S	S	S	S	NS	S	S	S	S	S
U	S	S	S	S	NS	S	S	S	S	S
V	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Zn	S	S	S	S	S	S	S	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.

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

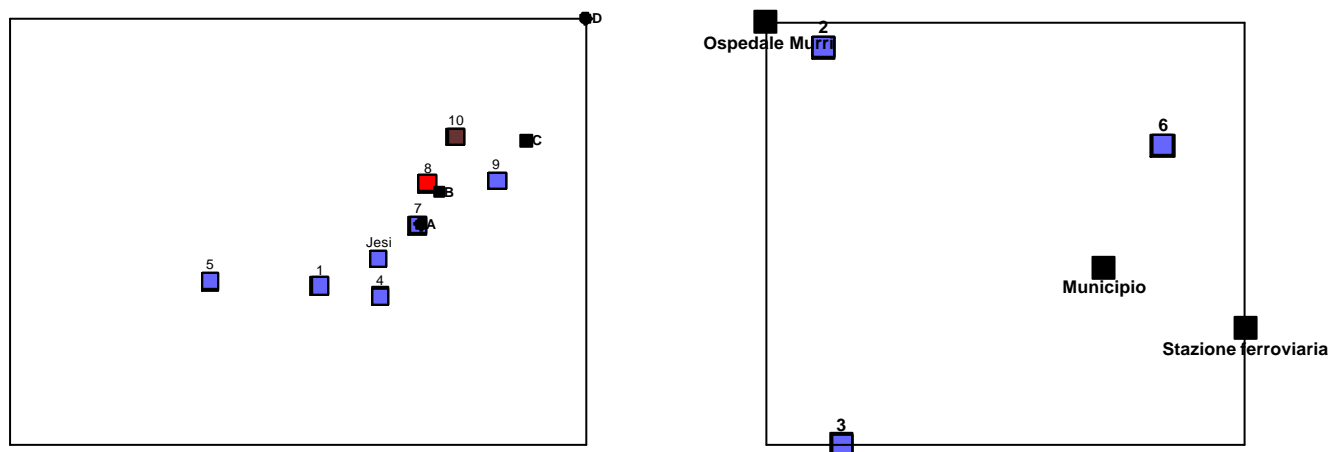
utilizzato come biomonitor (Loppi *et al.*, 2002b). Le altre classi di accumulo/perdita sono state basate su progressive deviazioni di $\pm 25\%$.

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	—

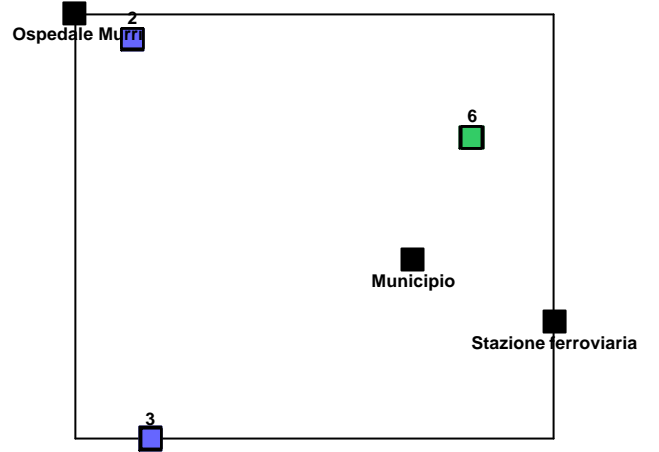
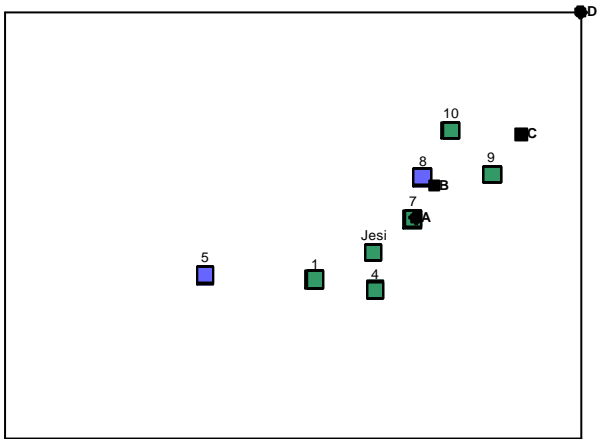
Tabella 4.7- Scala utilizzata per l'interpretazione del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo.

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.

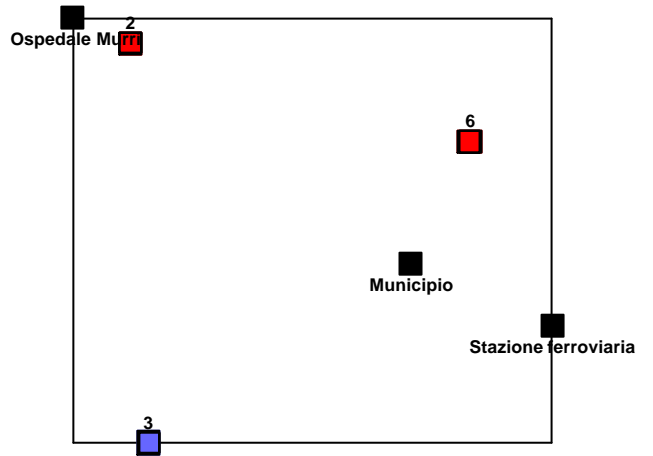
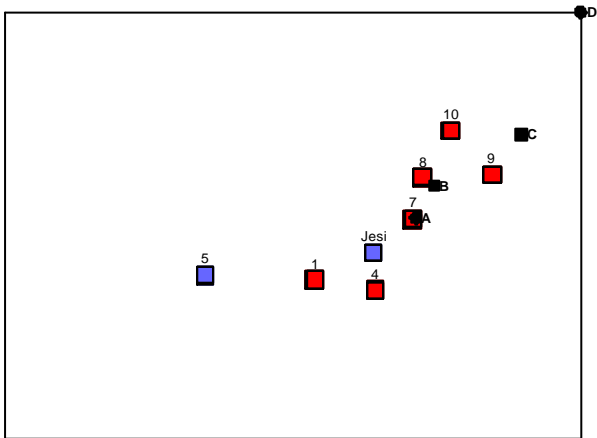
Argento:



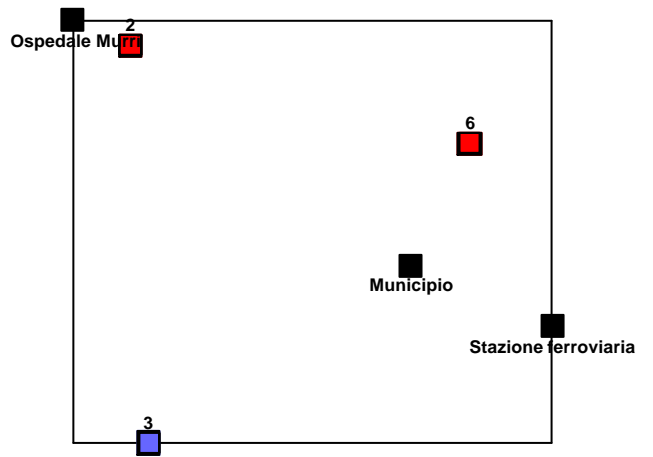
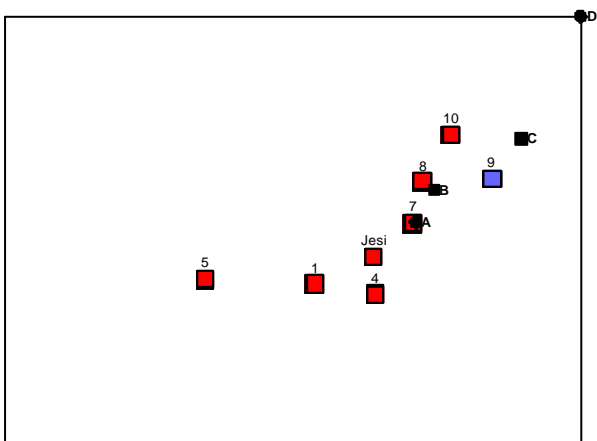
Alluminio:



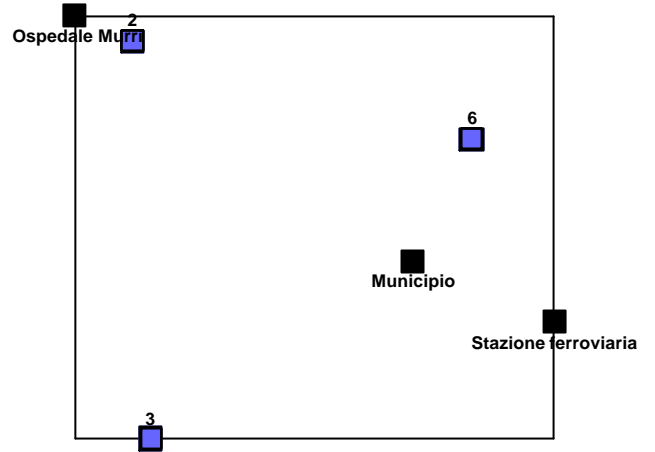
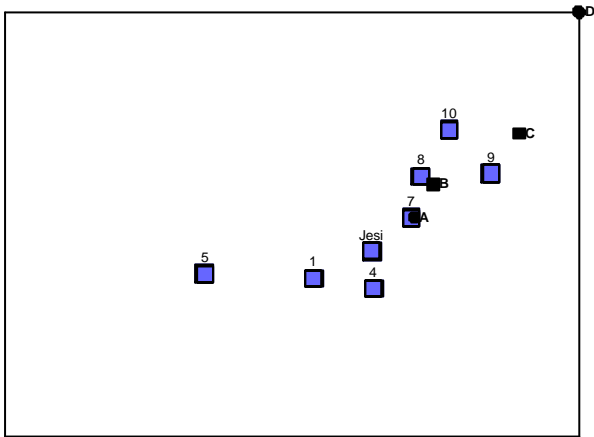
Arsenico:



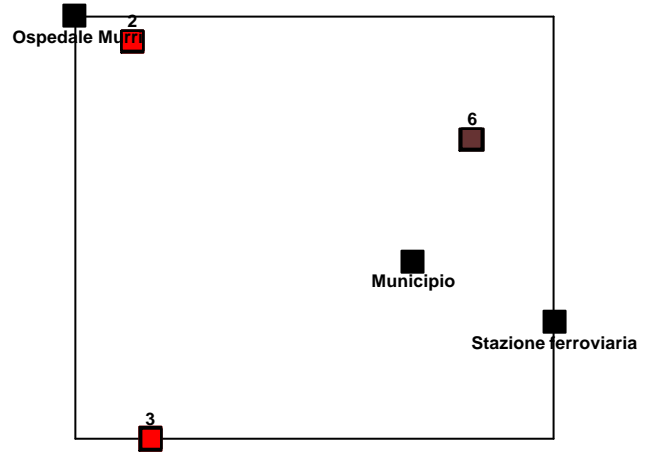
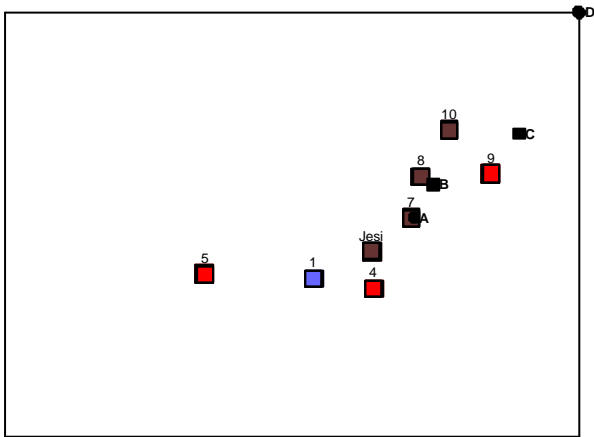
Bario:



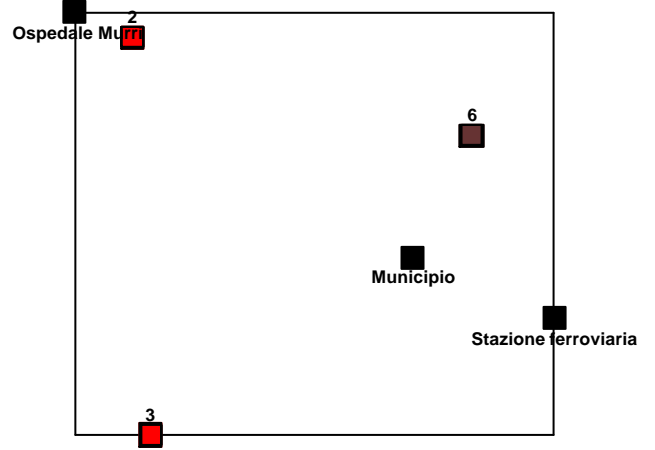
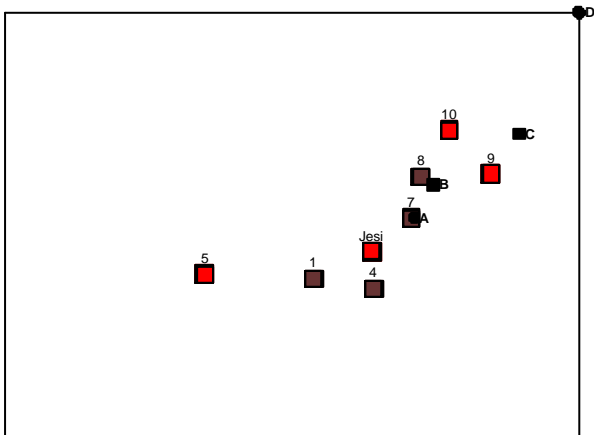
Berillio:



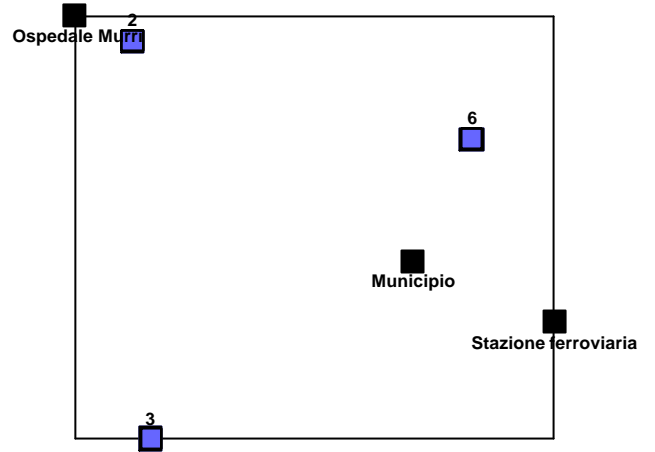
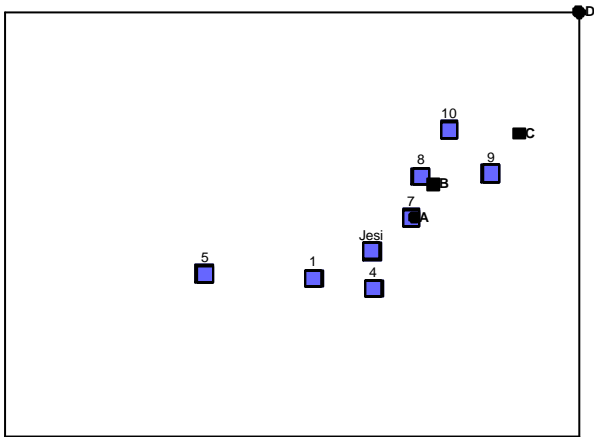
Bismuto:



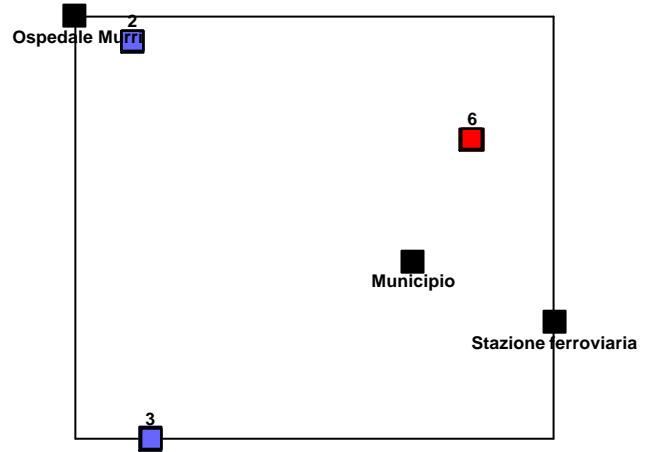
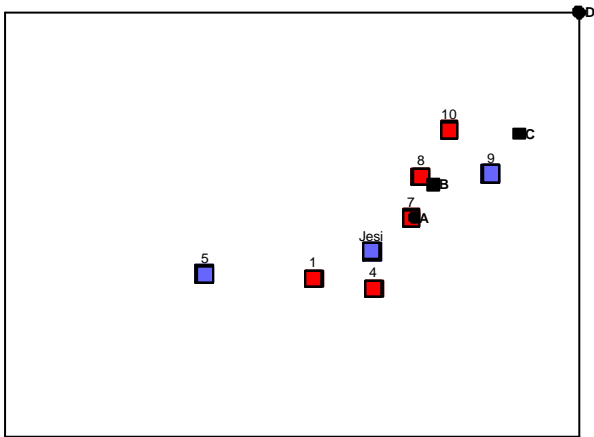
Calcio:



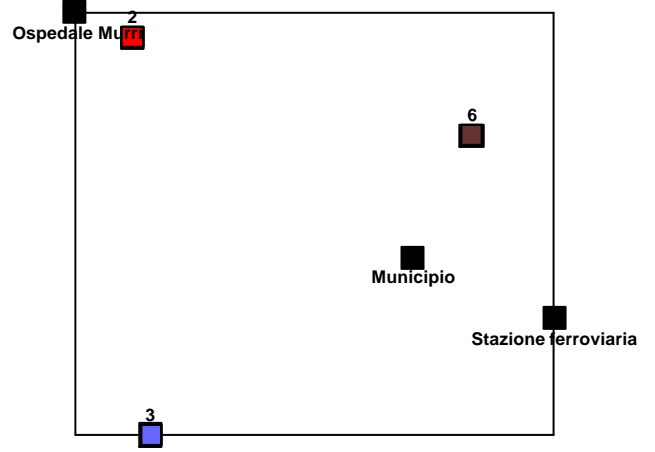
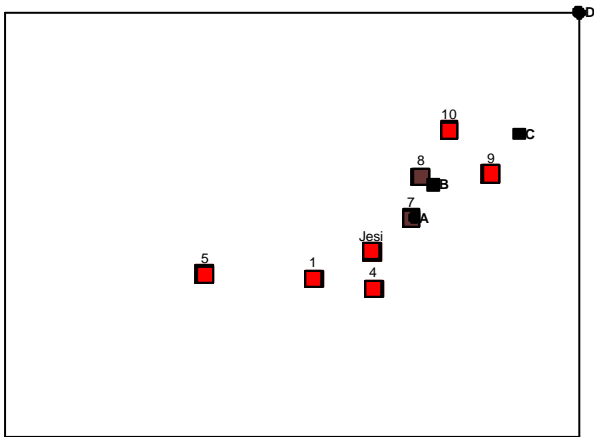
Cadmio:



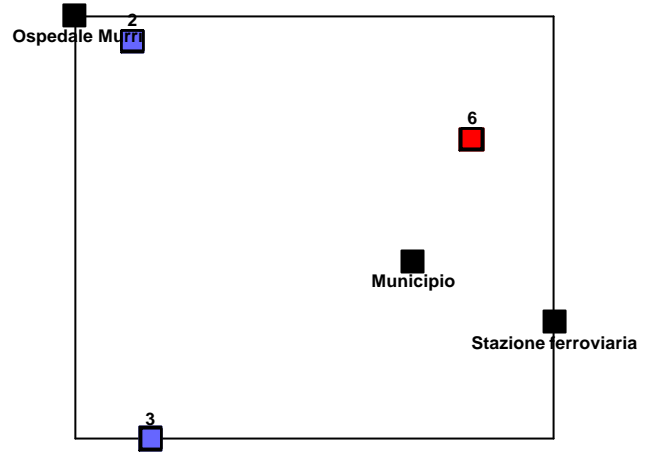
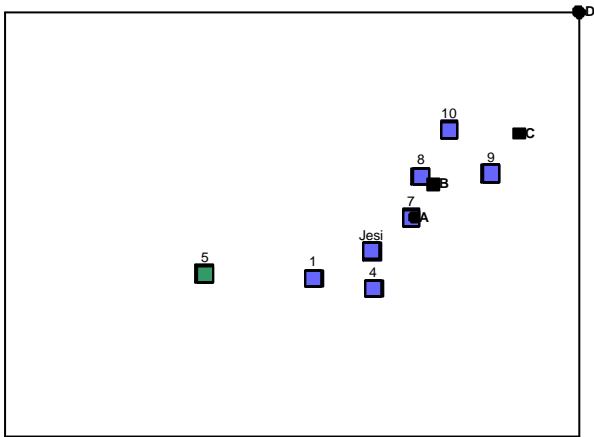
Cobalto:



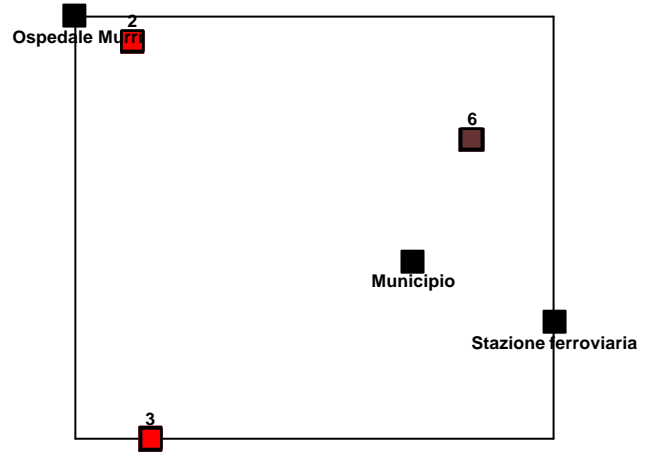
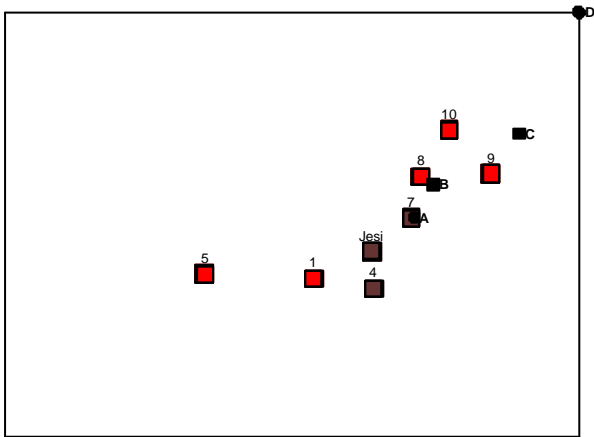
Cromo:



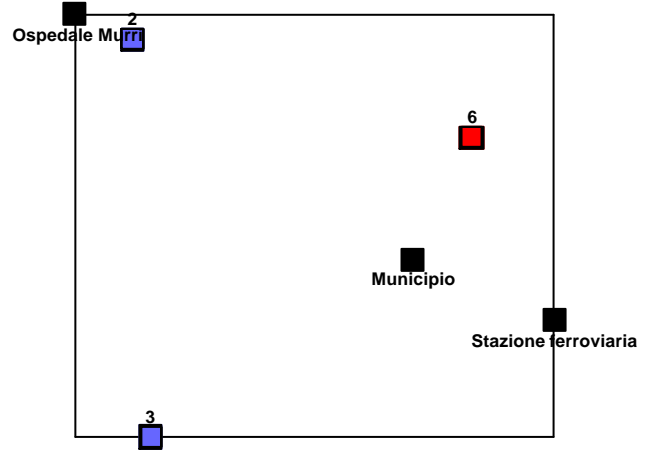
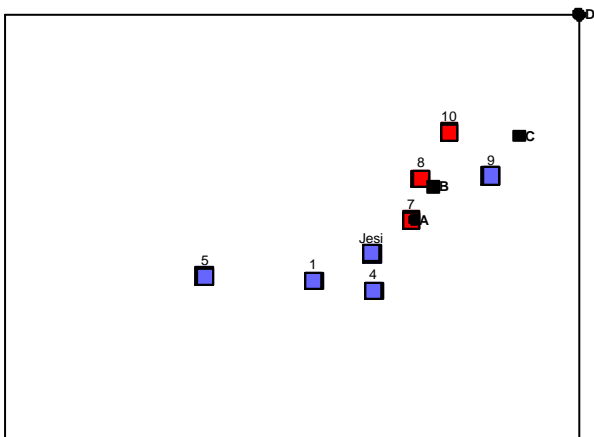
Cesio:



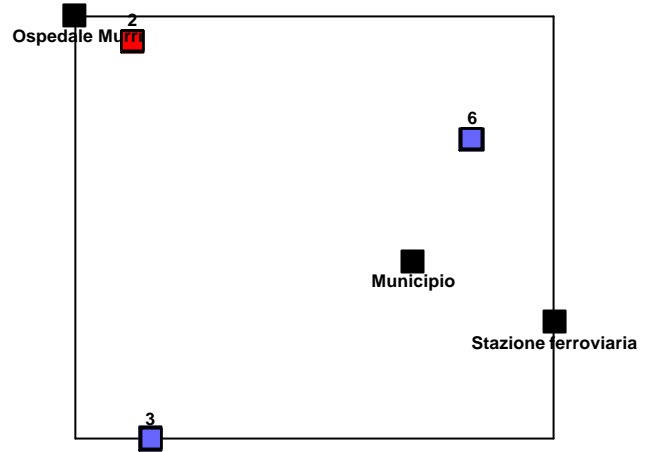
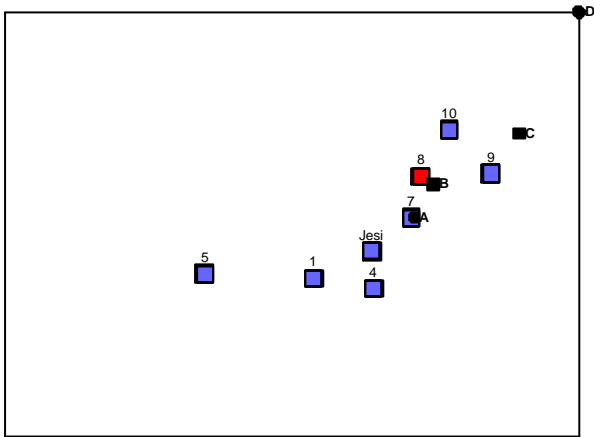
Rame:



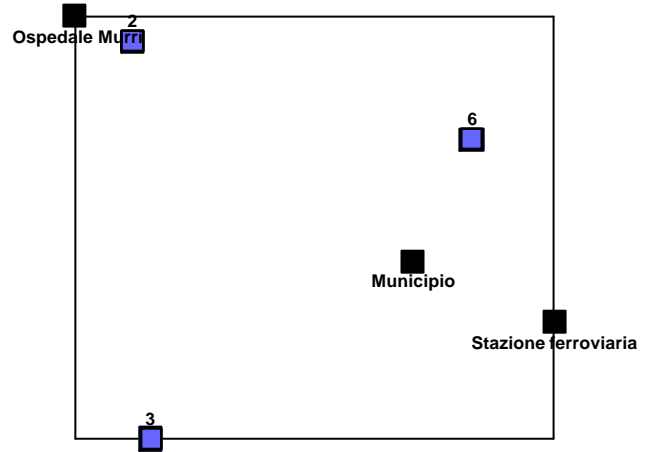
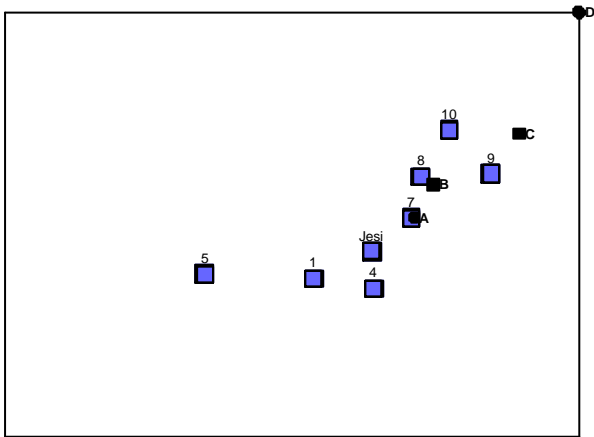
Ferro:



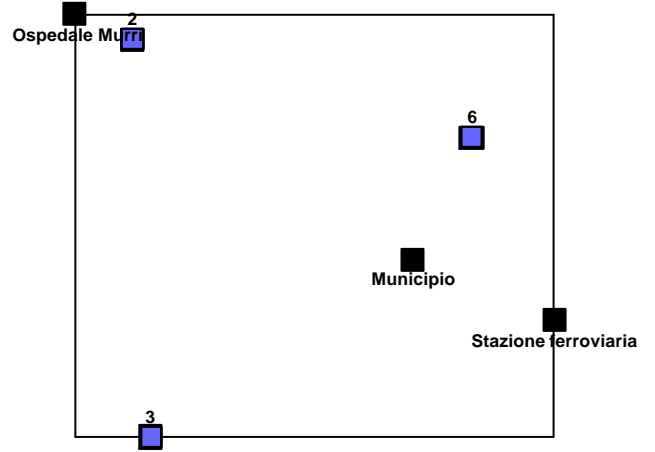
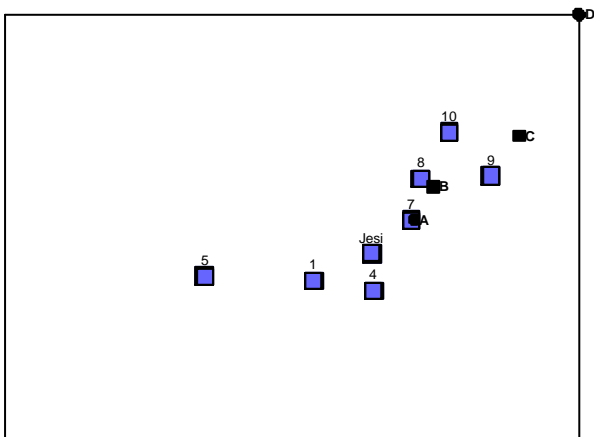
Gallio:



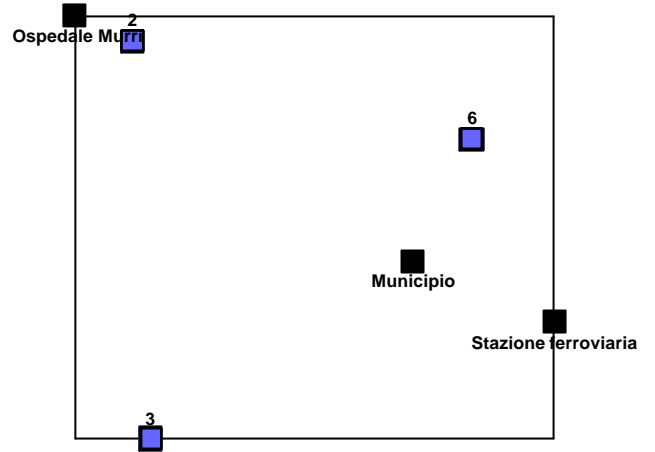
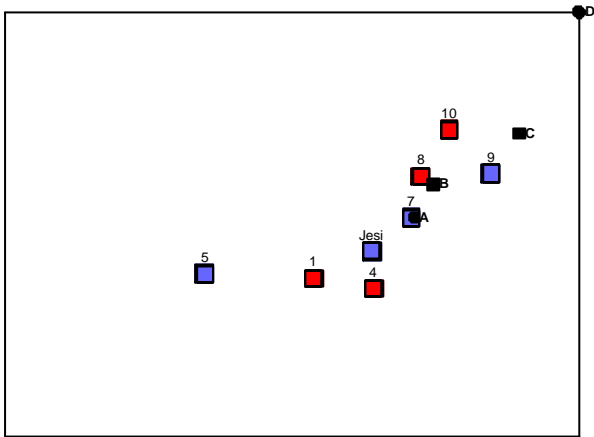
Indio:



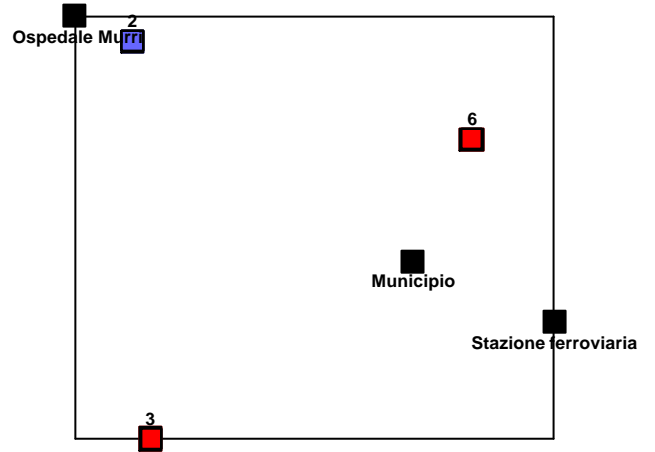
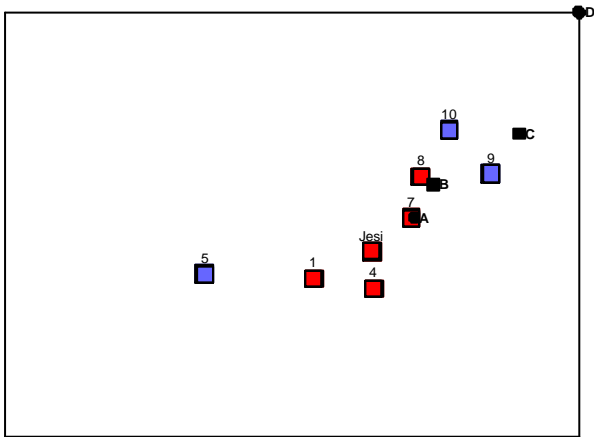
Potassio:



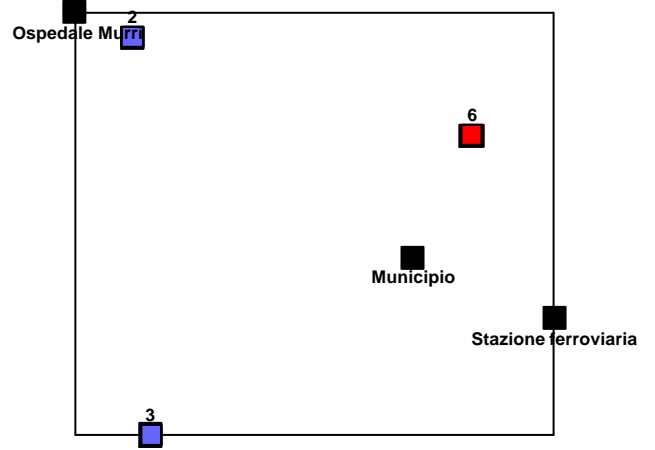
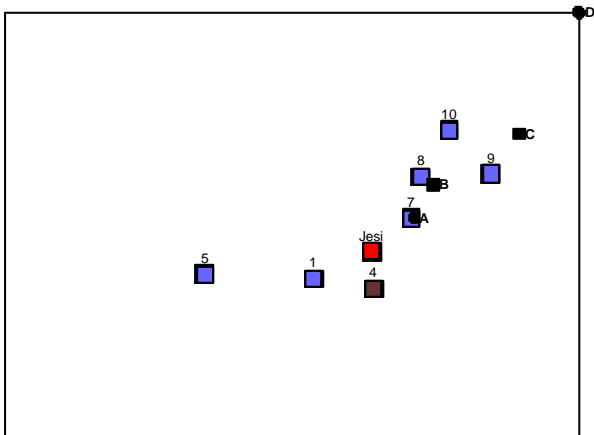
Litio:



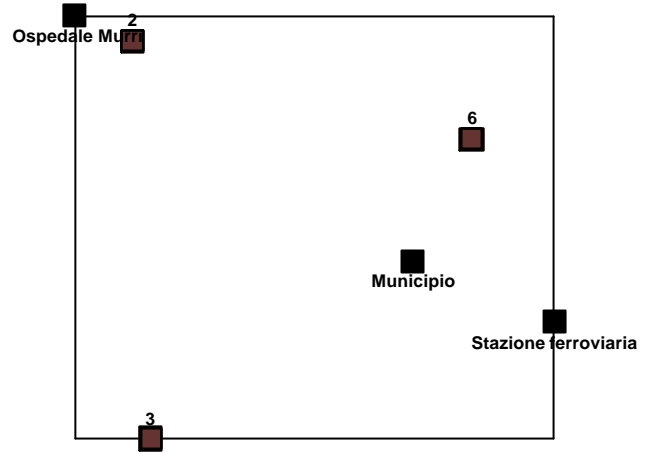
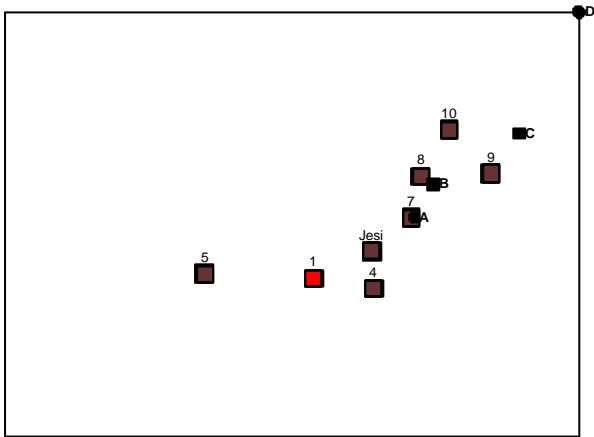
Magnesio:



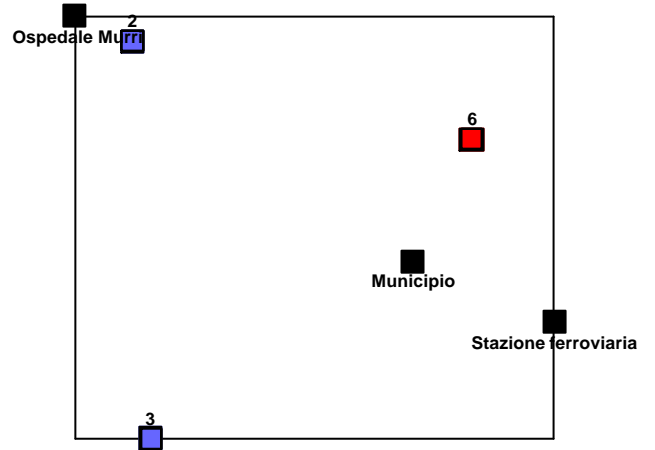
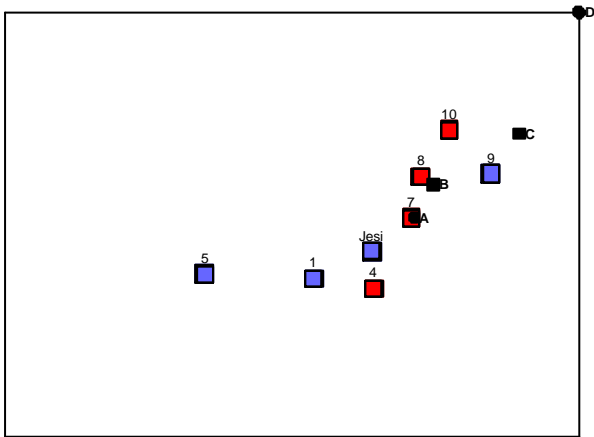
Manganese:



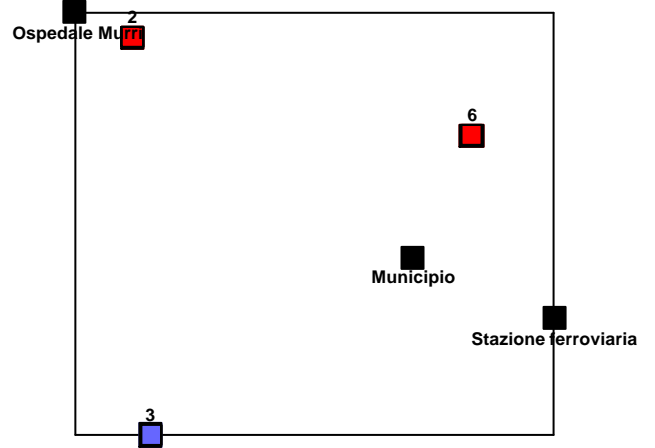
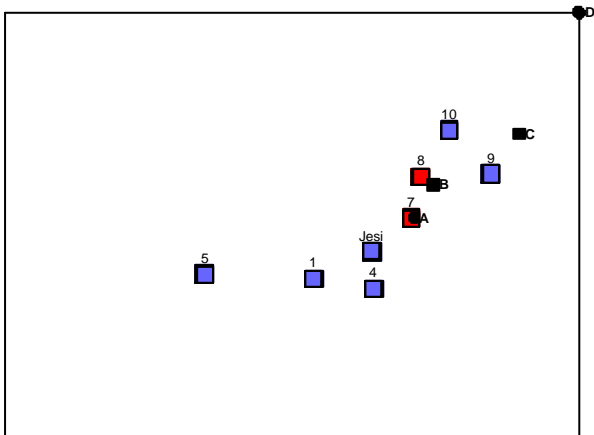
Sodio:



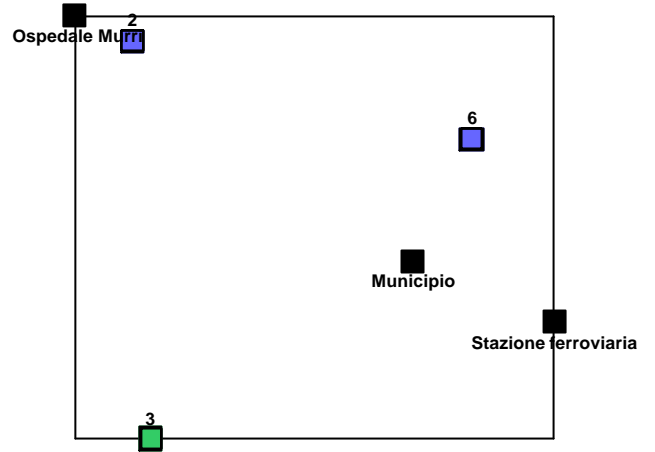
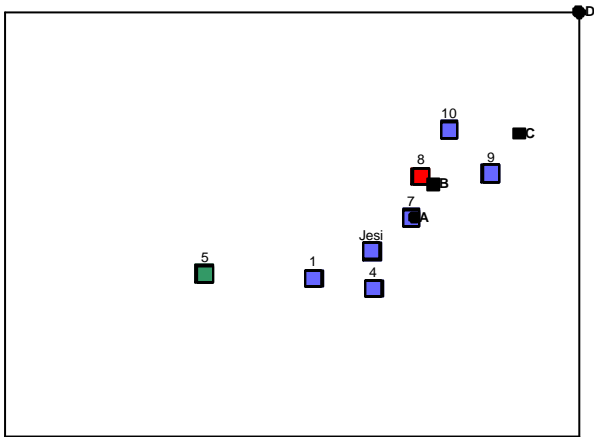
Nichel:



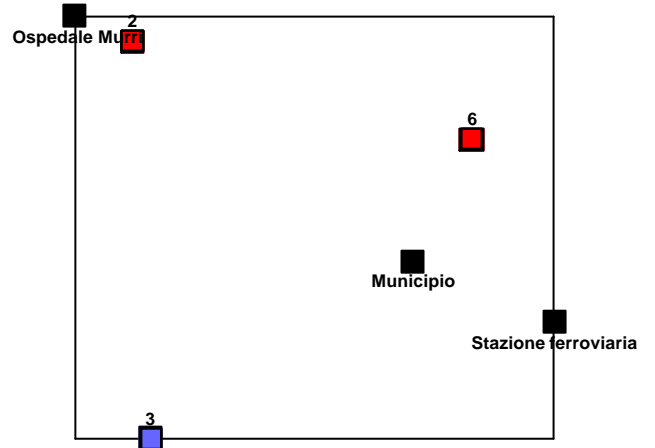
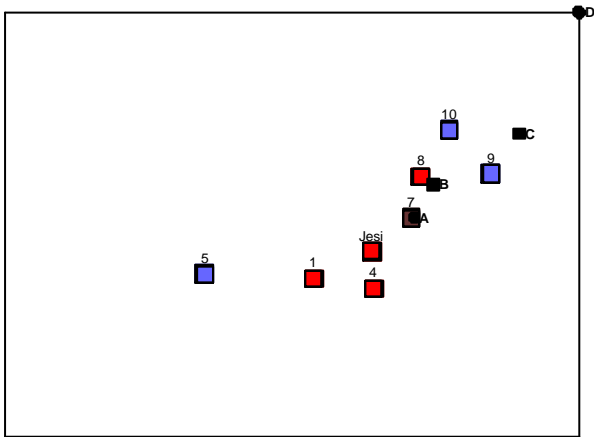
Piombo:



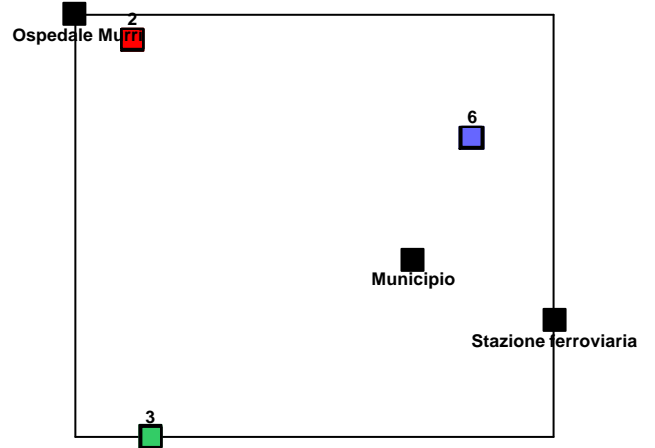
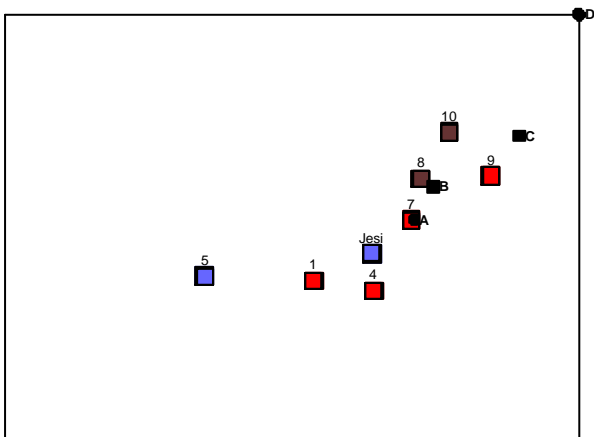
Rubidio:



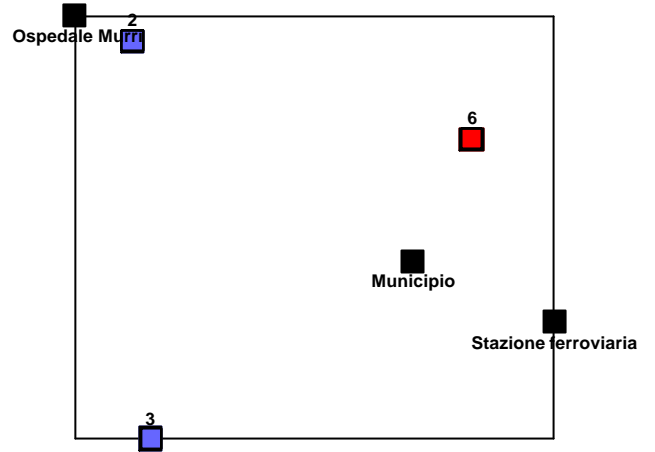
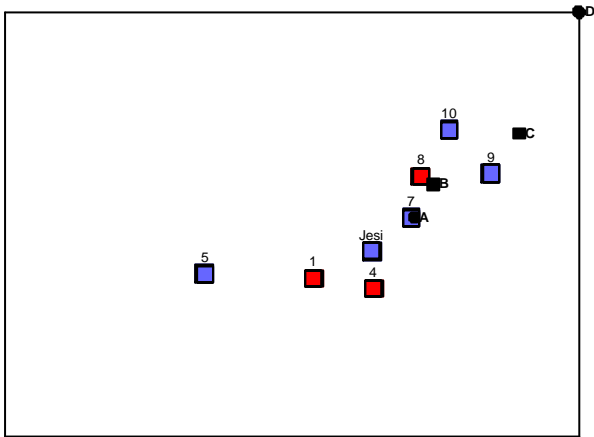
Stronzio:



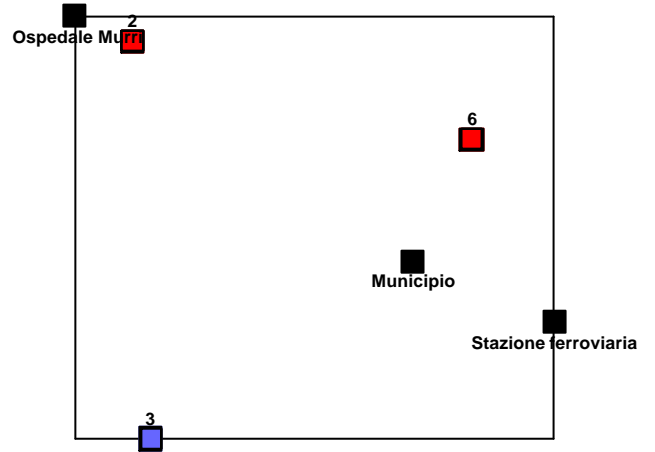
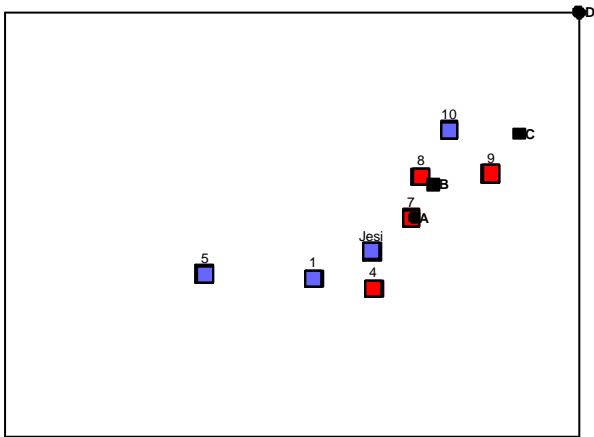
Tallio:



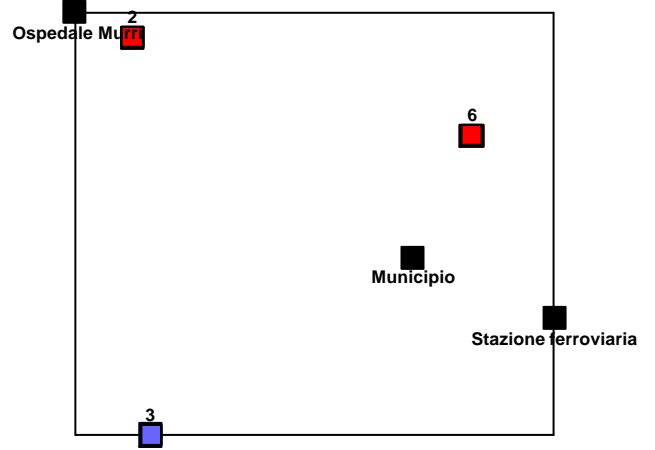
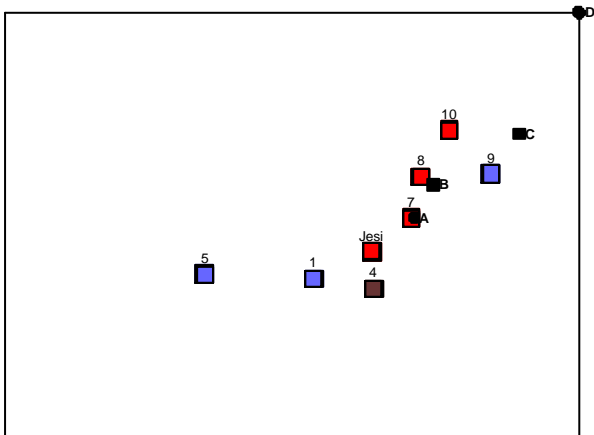
Uranio:



Vanadio:



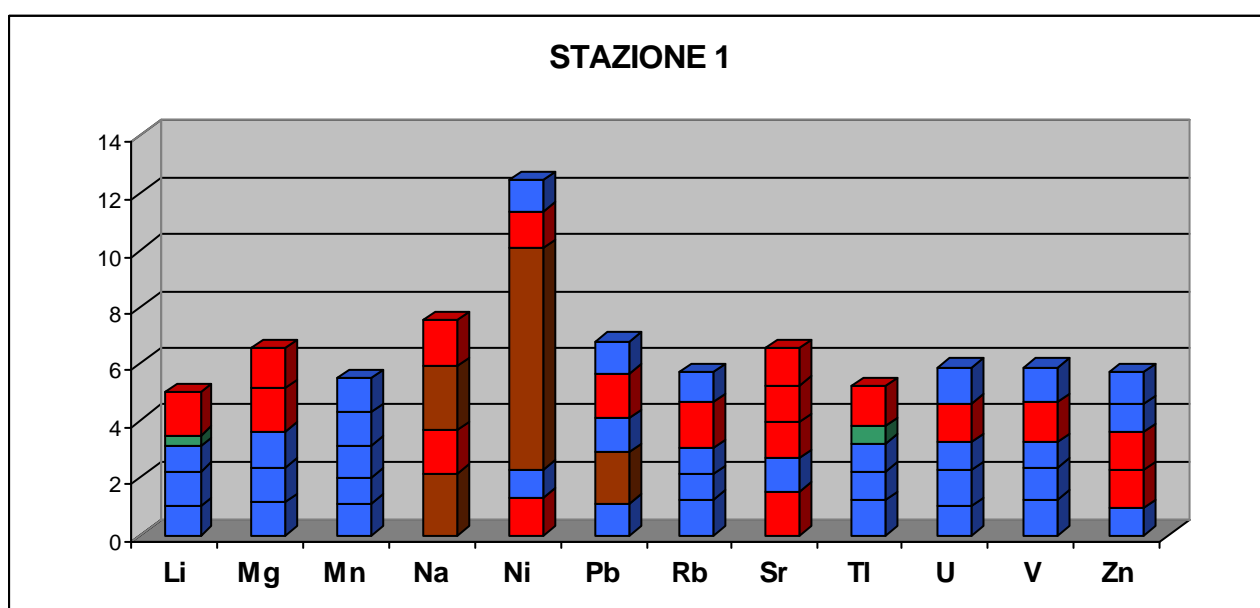
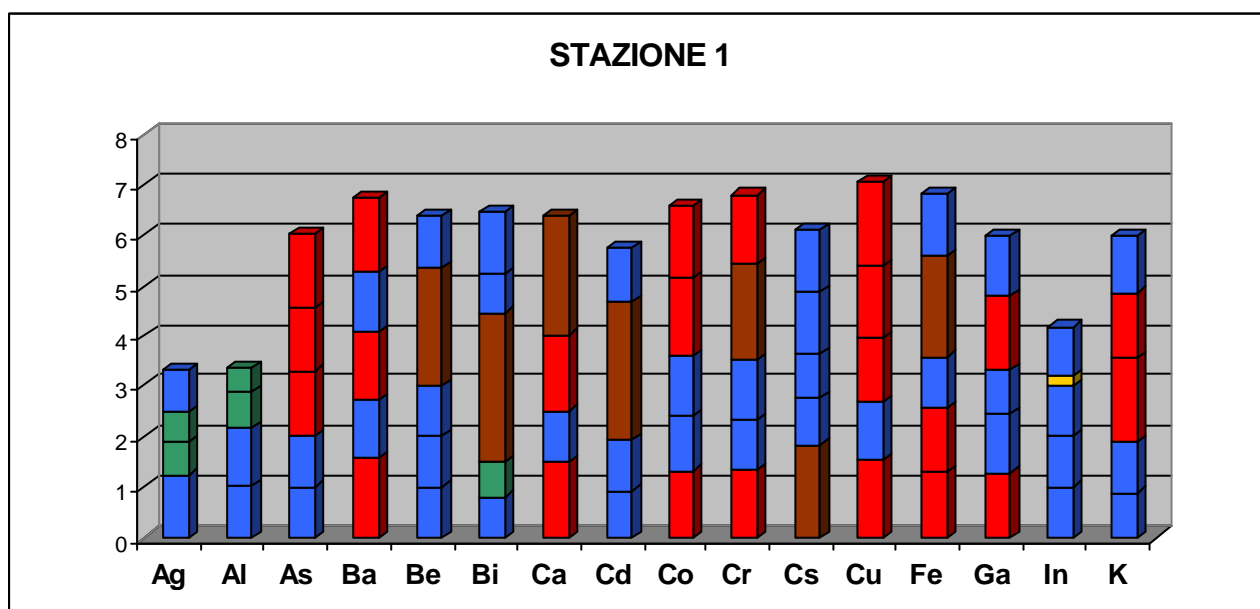
Zinco:



4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI

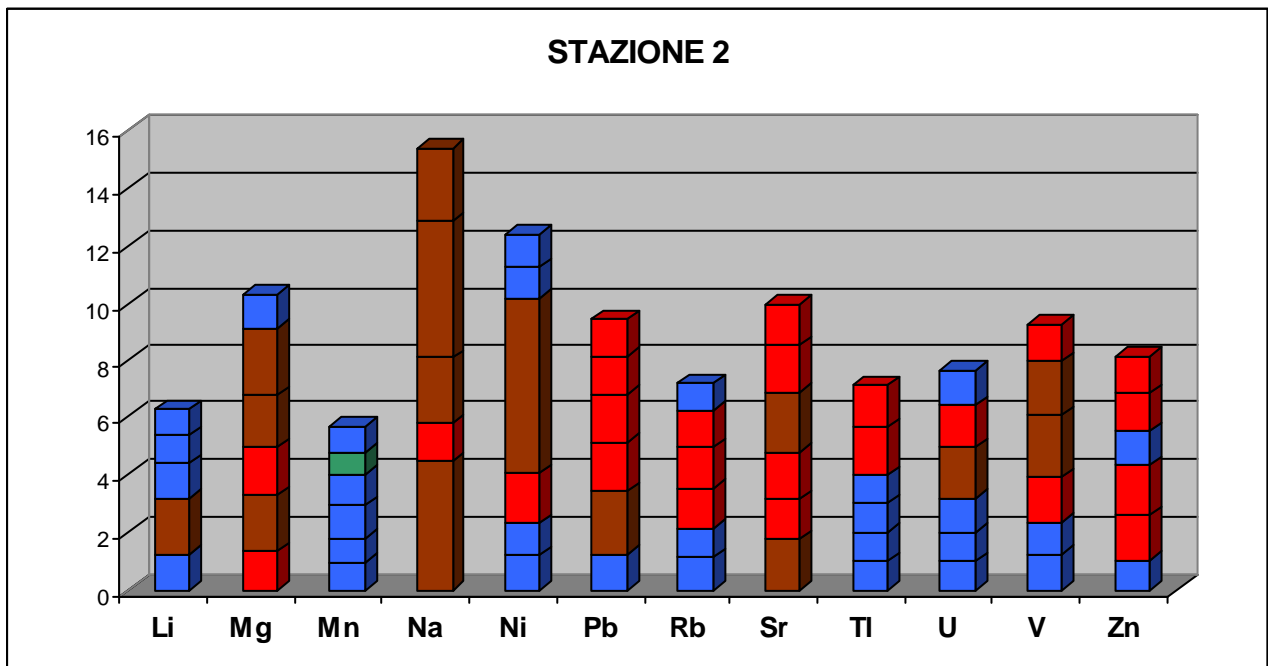
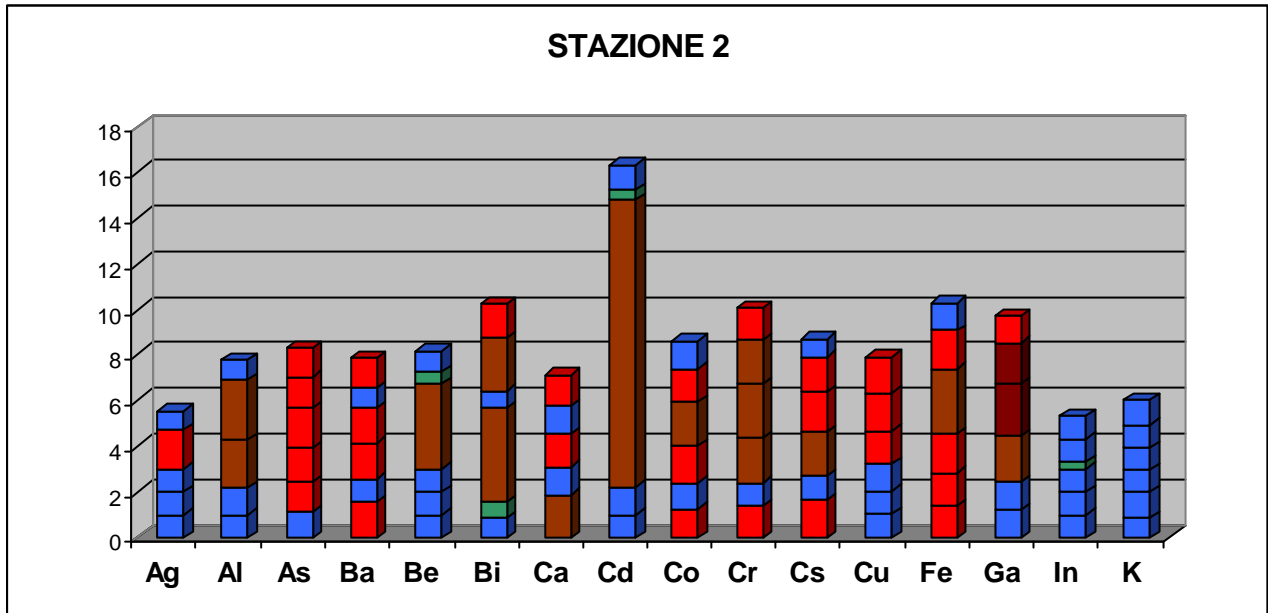
Di seguito, per ogni stazione viene riportato un grafico con i valori del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo prima dell'esposizione (EC ratio), relativi a tutti gli elementi considerati rispettivamente nei sei anni di indagine (2002-2007). Il colore delle barre indica la classe di perdita/accumulo corrispondente (Tab. 4.7). Occorre ricordare che i valori relativi al Na nel 2003, al Cd nel 2004 e ad Ag, Al e Ca nel 2006 non sono riportati in quanto i loro valori non sono risultati attendibili perché i valori misurati nello standard sono risultati molto superiori rispetto ai valori di riferimento.

Jesi, Azienda Vinicola Jesi Ovest

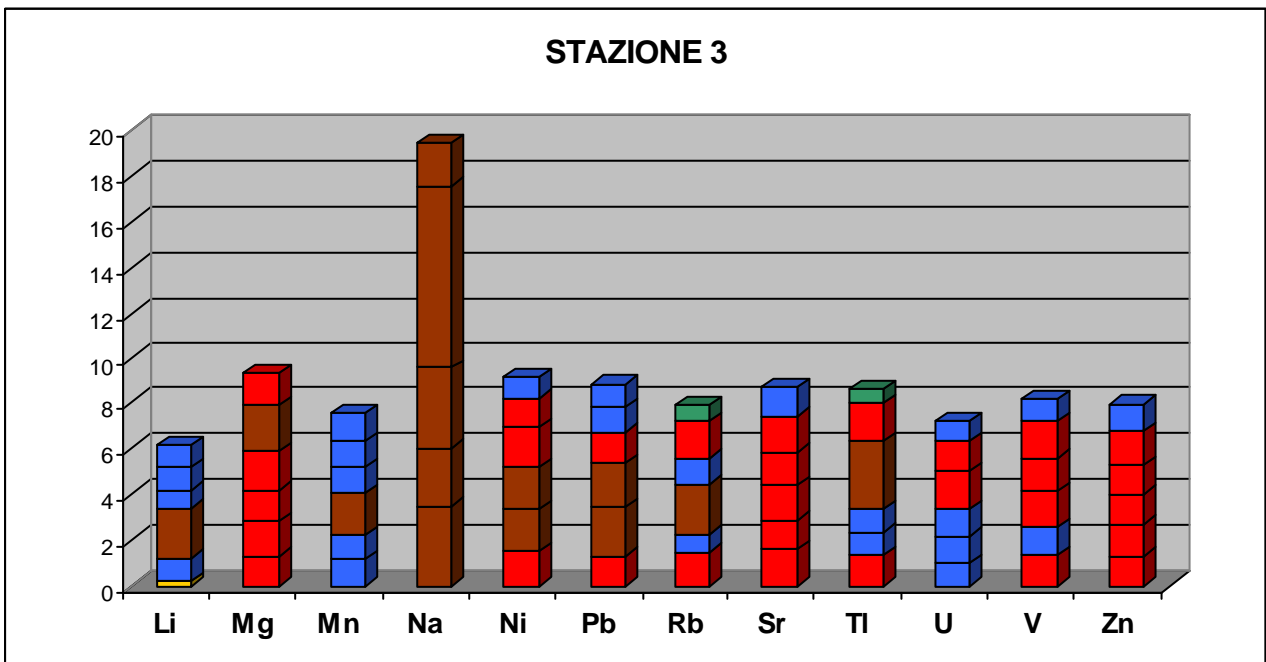
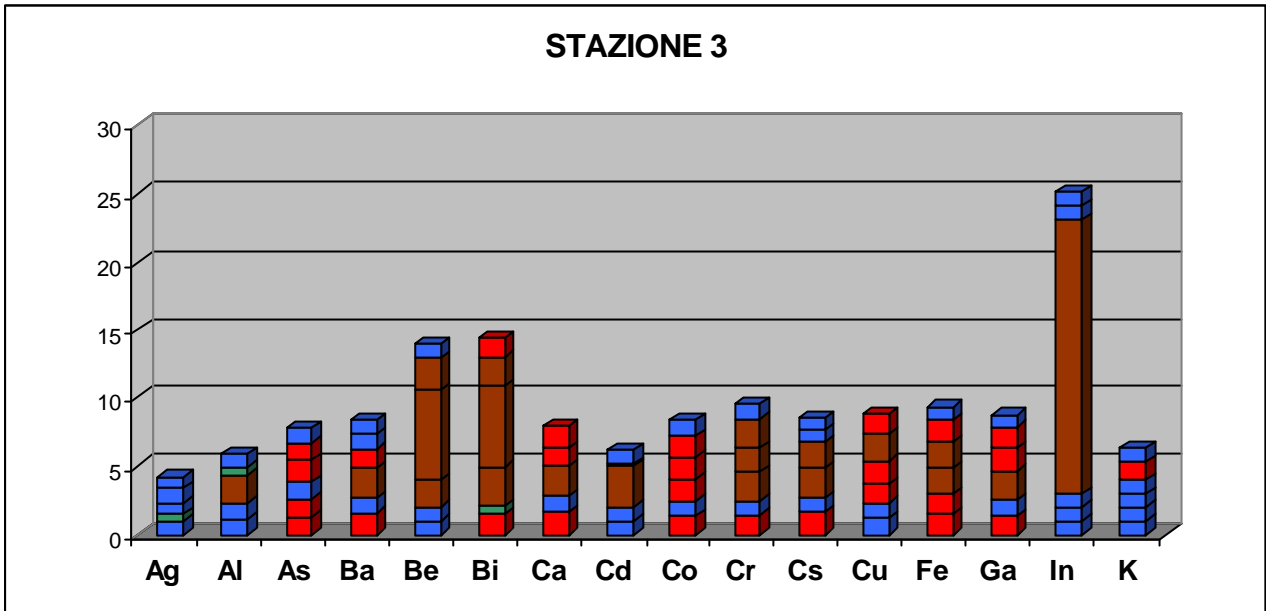


Note: non sono riportati i dati relativi all'anno 2006 in quanto i campioni esposti non sono risultati recuperabili.

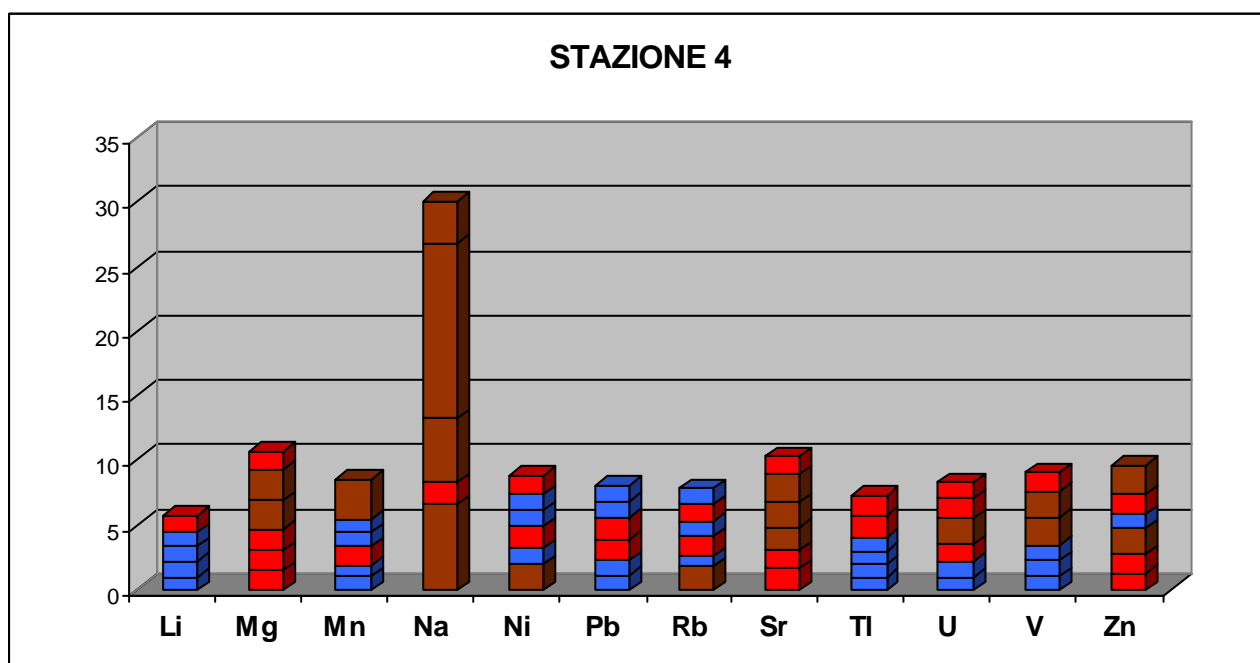
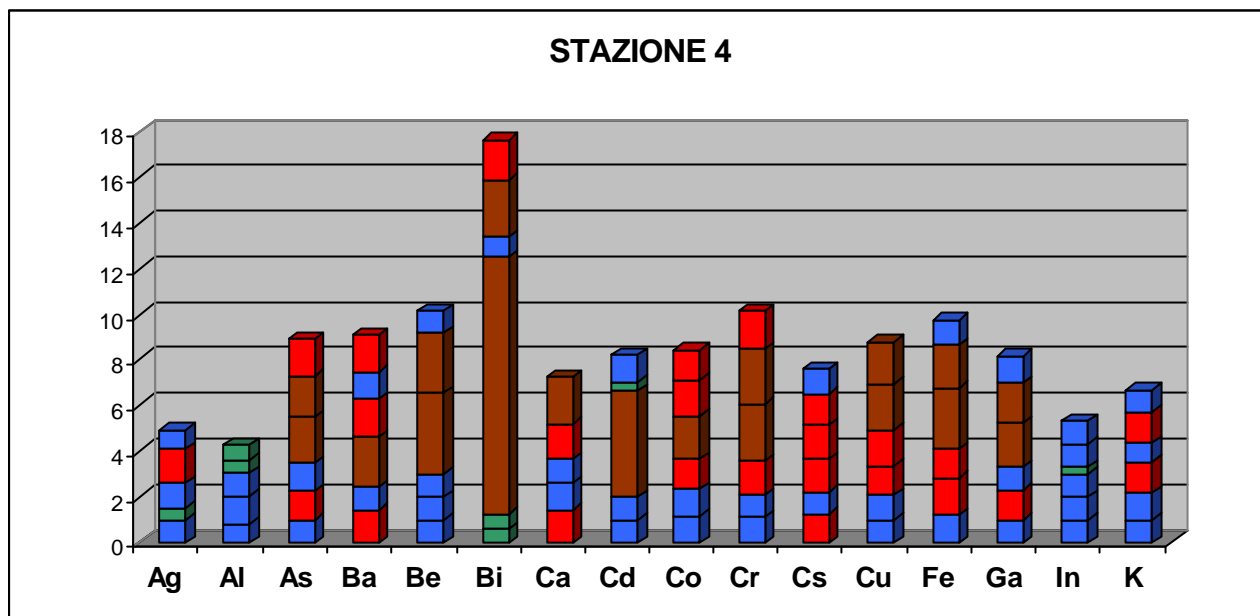
Jesi loc. Murri



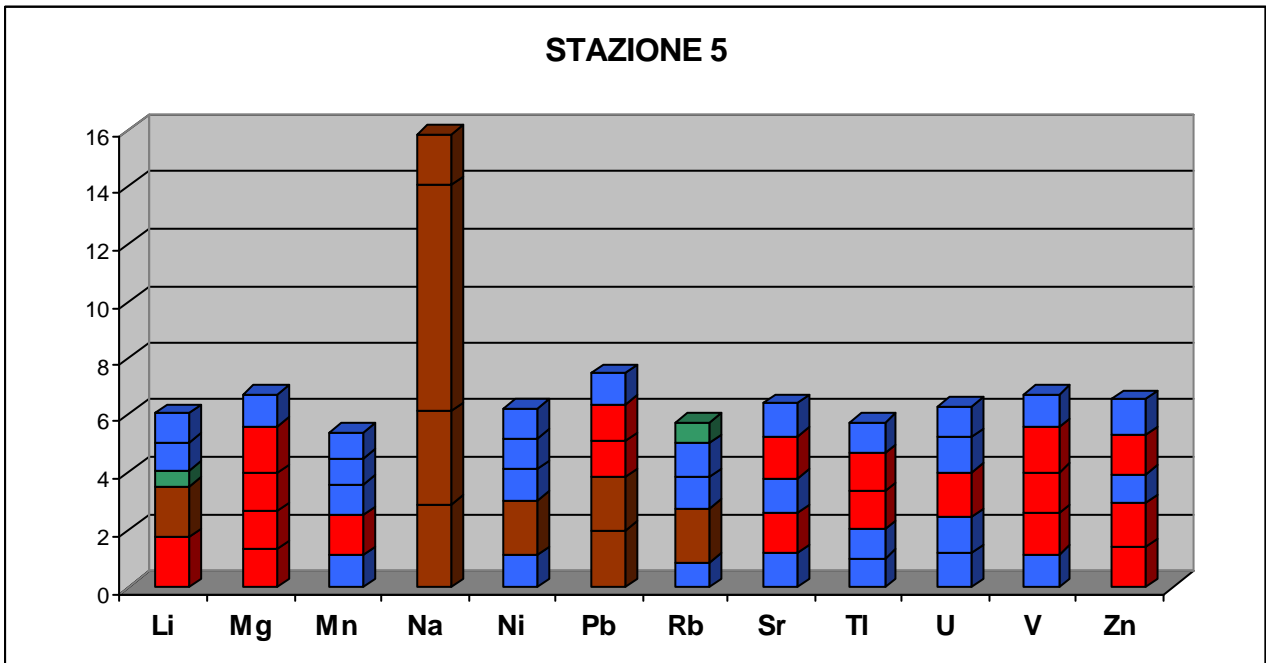
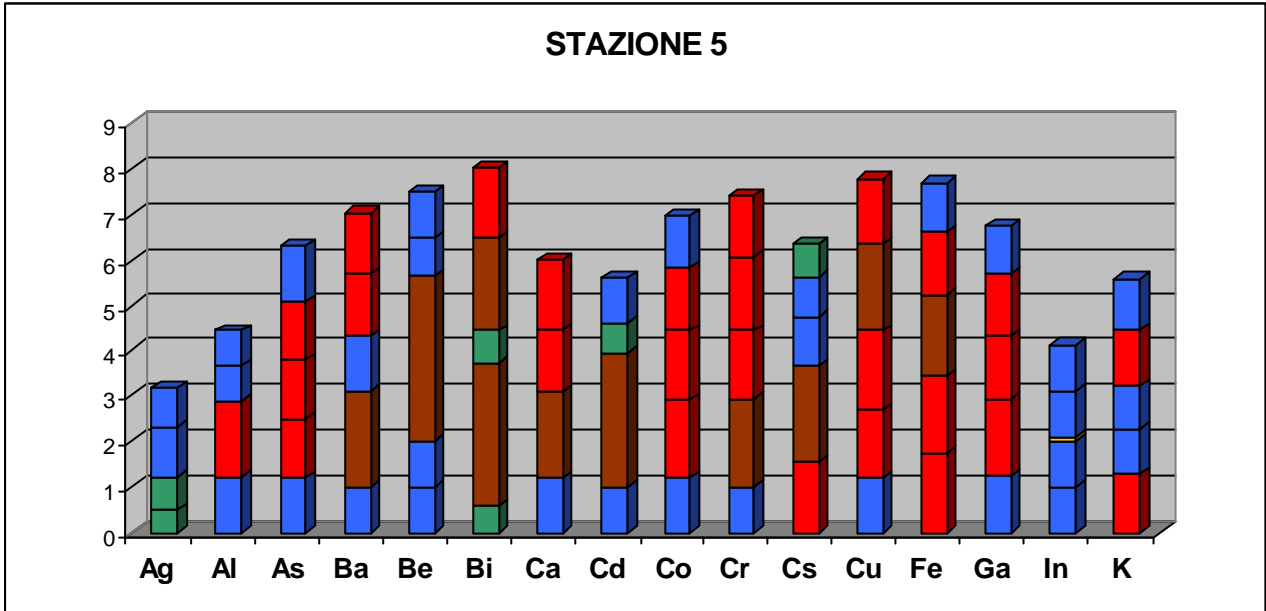
Jesi via Ragazzi del '99



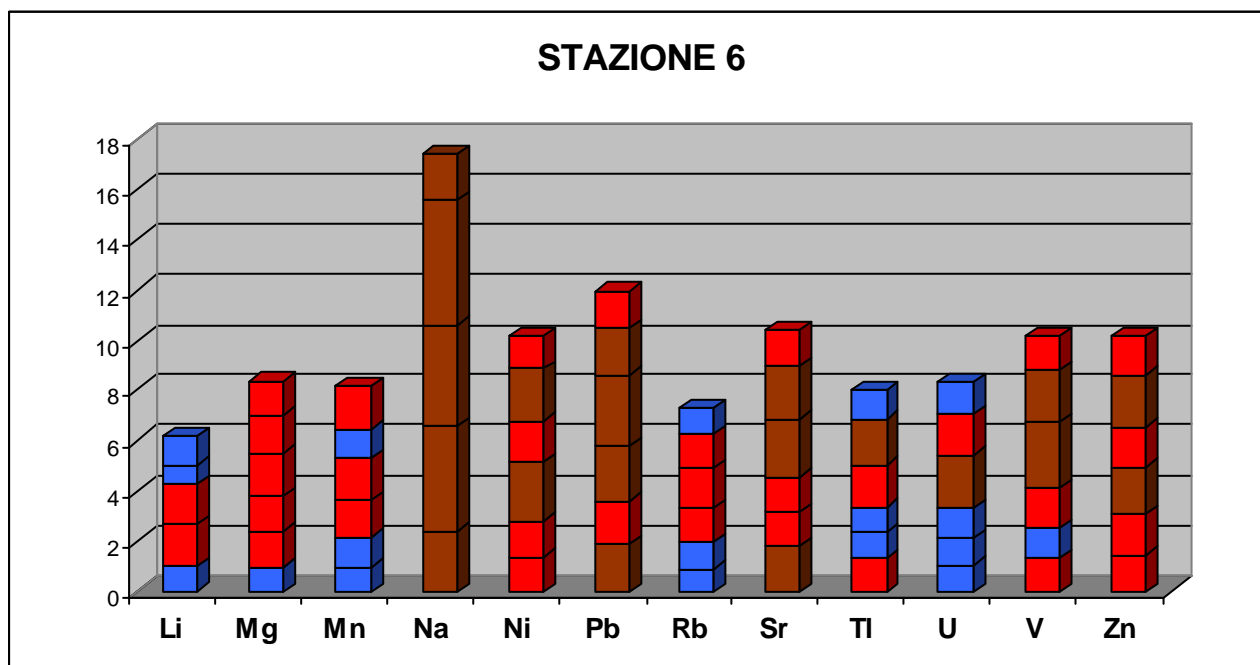
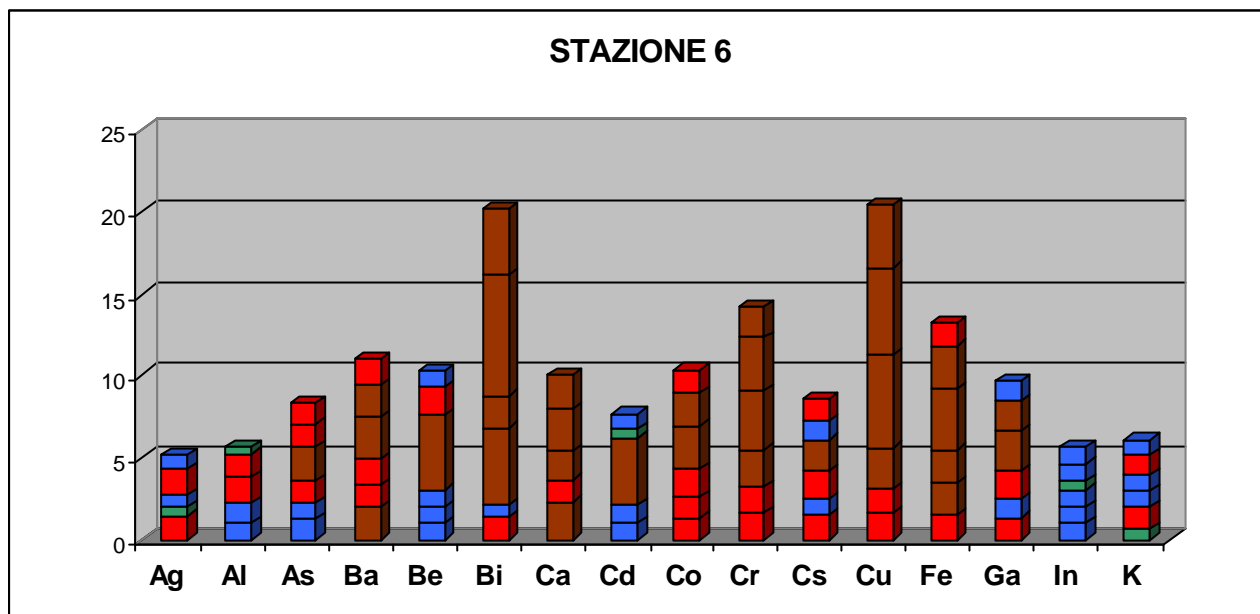
Jesi loc. Pian del Medico, c/o Cooperativa Agricola Val di Cesola



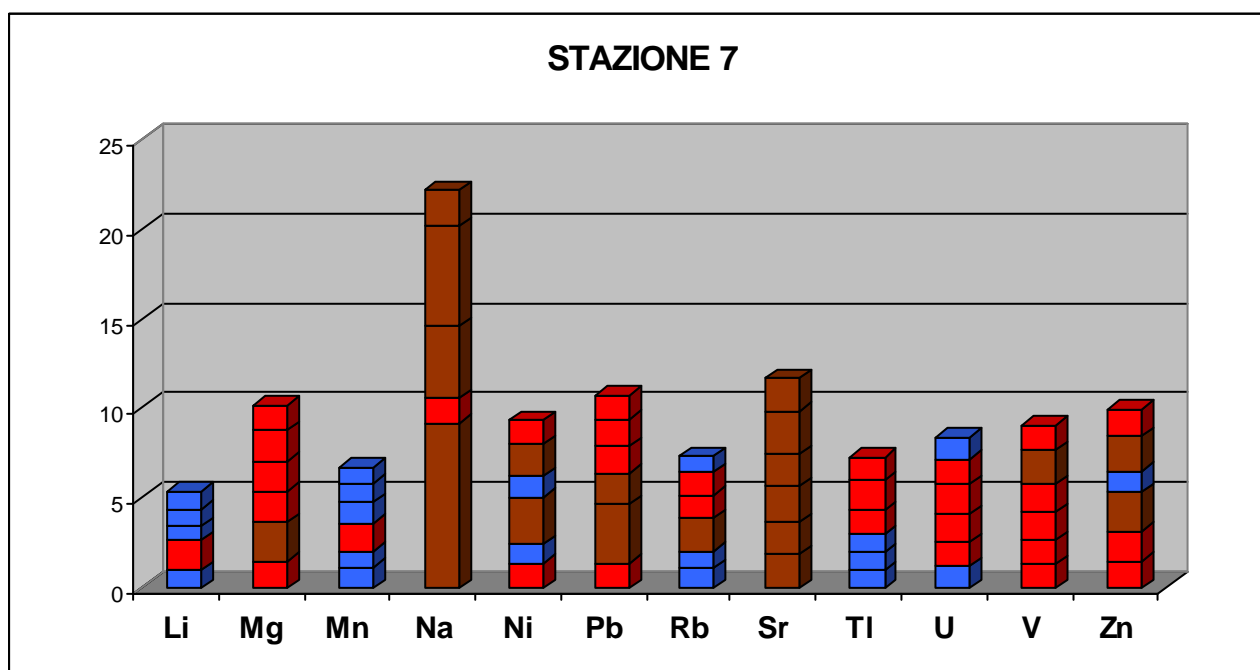
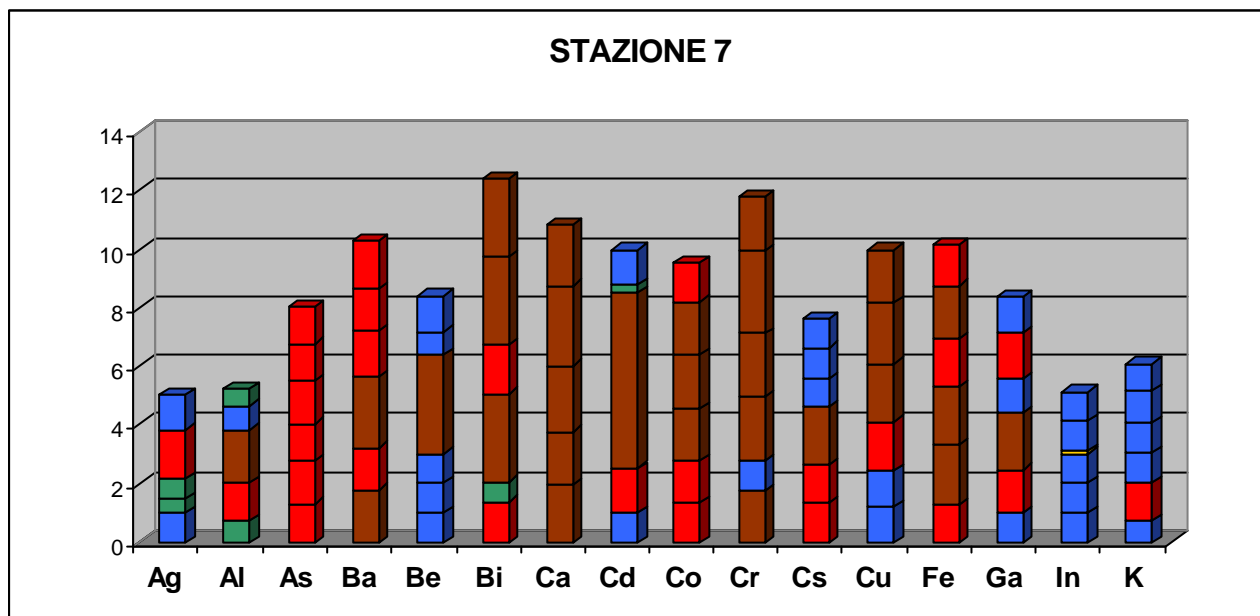
Jesi Negromanti



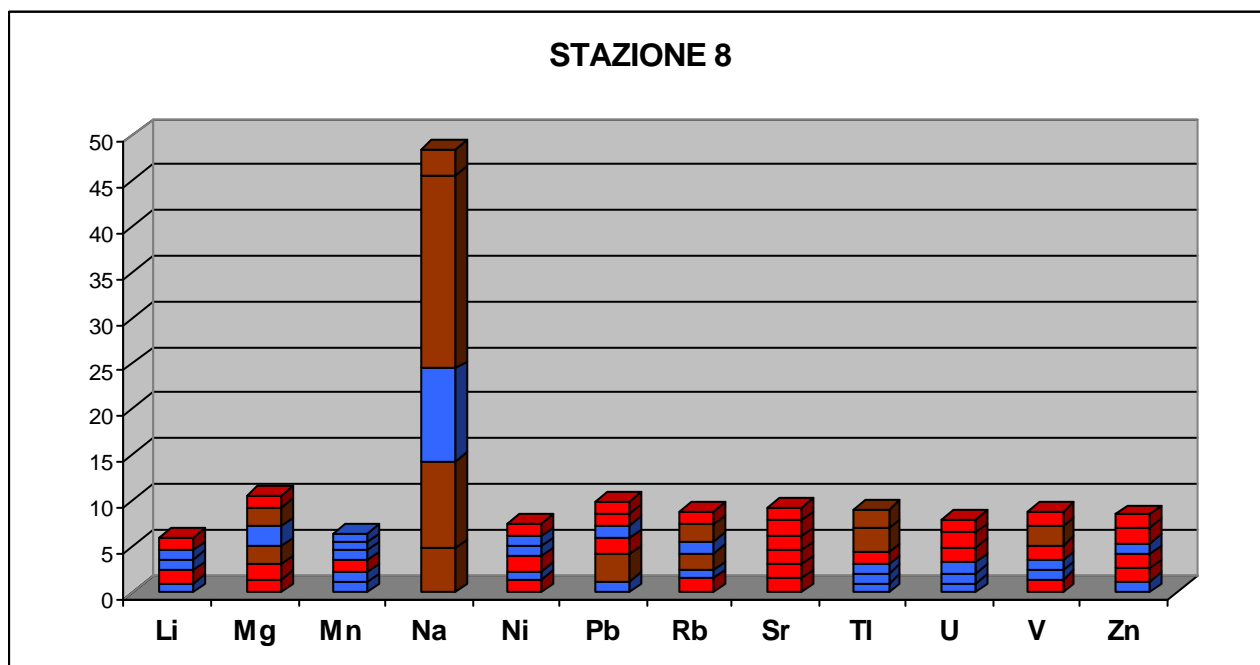
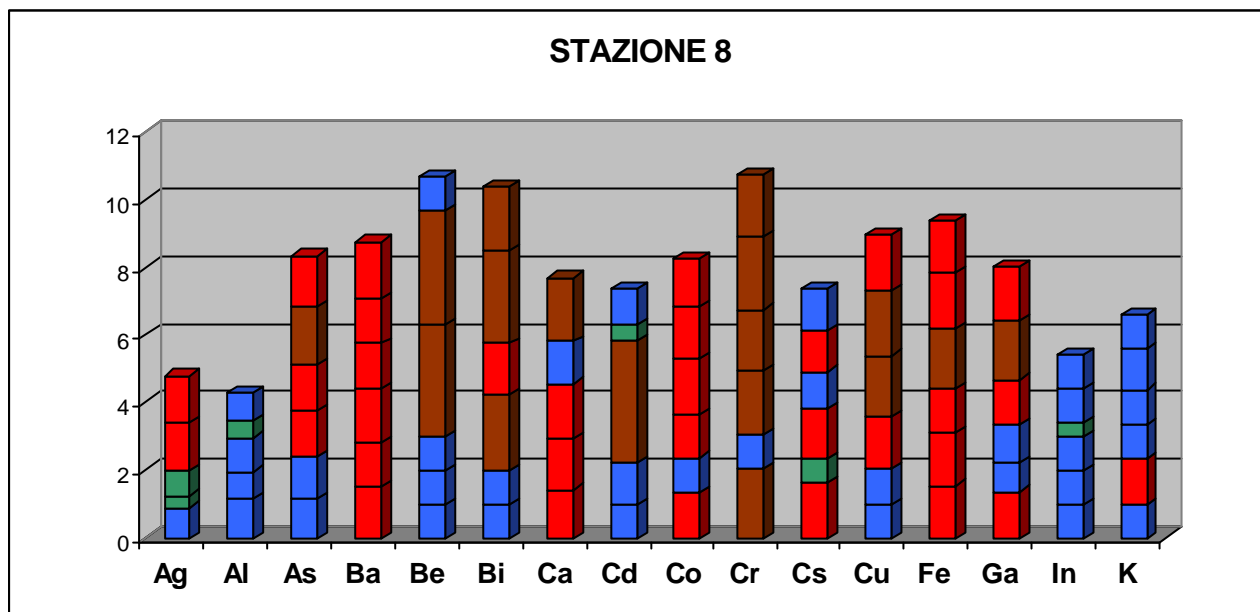
Jesi viale della Vittoria



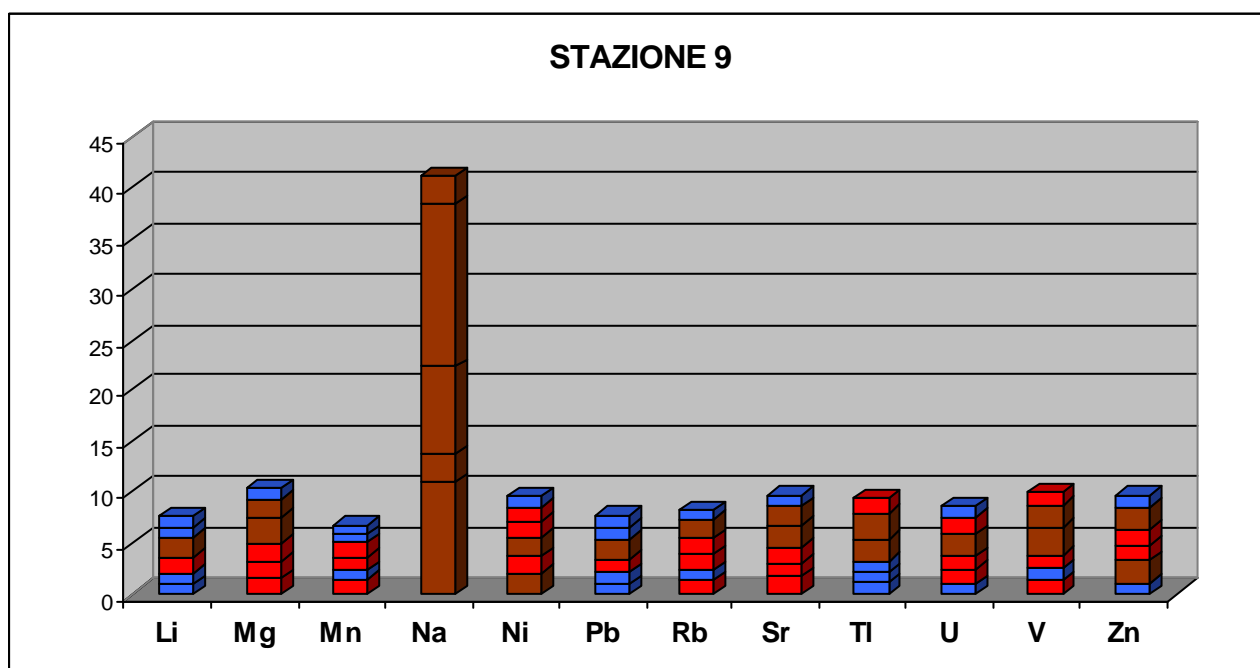
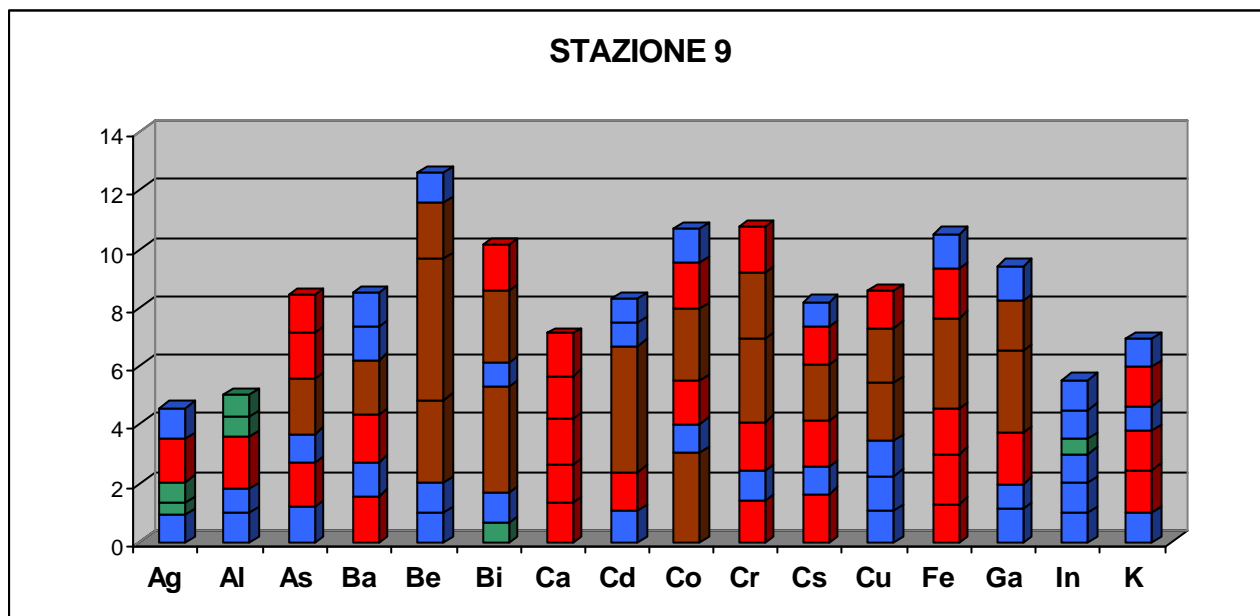
Jesi Zona Industriale – Zipa



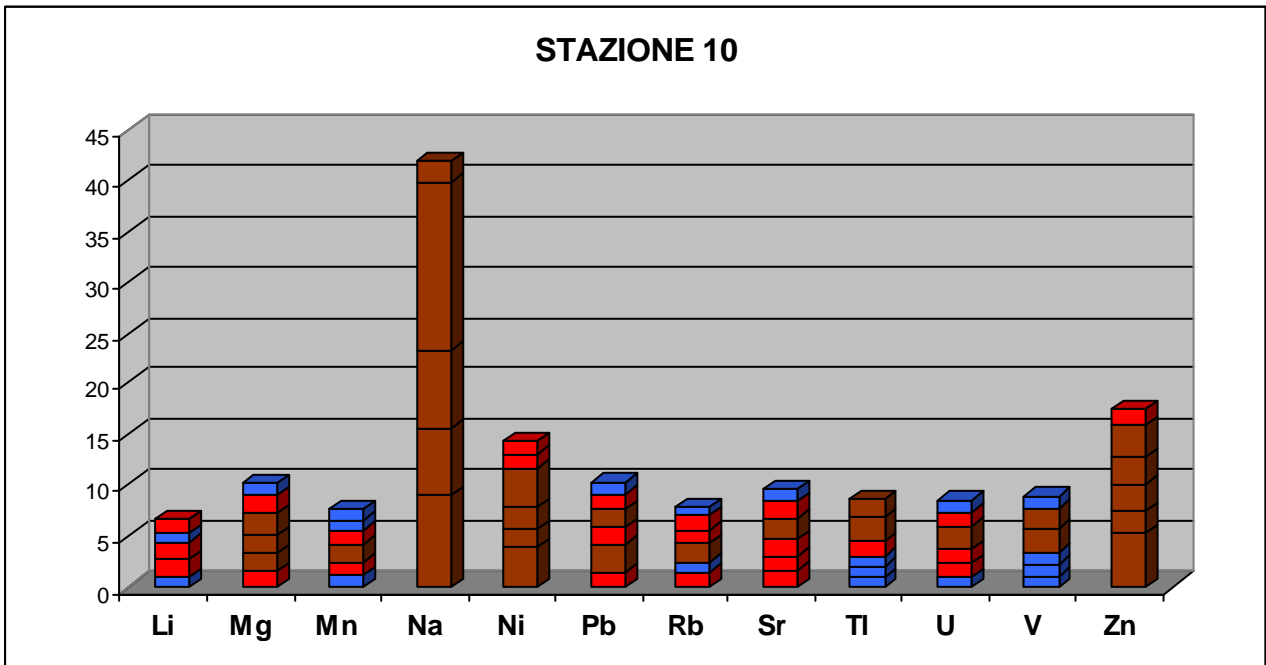
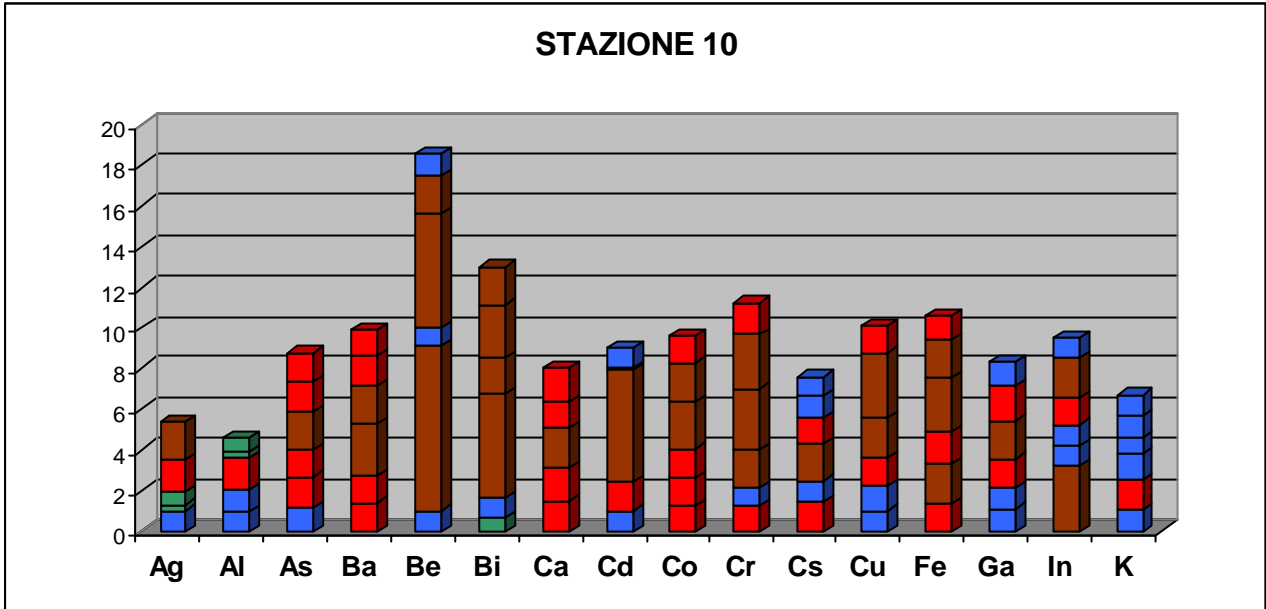
Monsano nei pressi dell'ex-RCD



Agugliano Boschetto – incrocio La Chiusa



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 – Nei talli trapiantati nella maggior parte delle stazioni è stata osservata una perdita di Al rispetto al bianco. Nelle stazioni 2, 3, 5 e 8, invece, è stata osservata una condizione normale di tale elemento all'interno dei talli lichenici. Tuttavia, rispetto agli anni precedenti è stato registrato un minor accumulo di Al in tutta l'area di studio con un valore medio dell'EC Ratio di 0,69, che denota una generale mancanza di contaminazione (Tab. 4.3).

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, ad eccezione delle stazioni 3 e 5, dove tale accumulo rientra nelle fluttuazioni naturali delle concentrazioni degli elementi in traccia all'interno dei talli lichenici. In generale, l'accumulo di questo elemento è risultato un po' inferiore rispetto a quello registrato lo scorso anno e nel 2005 e più simile a quello registrato nel 2003 (Tab. 4.8).

Bario – In tutte le stazioni monitorate sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo, ad eccezione della stazione 3. Tuttavia, non sono stati mai registrati valori dell'EC Ratio $>1,75$, denotando un accumulo contenuto. Il confronto rispetto alle indagini precedenti mostra una situazione ambientale simile a quella registrata lo scorso anno (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 mai risultate statisticamente

significative. Il valore medio dell'EC Ratio per il 2007 è di 0,78, denotando l'assenza di contaminazione da parte di questo elemento, come già registrato nel 2002 (Tab. 4.8).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Ag	1,06	0,51	0,79	–	1,44	1,05
Al	0,98	1,11	1,61	–	0,92	0,69
As	1,17	1,31	1,27	1,66	1,46	1,35
Ba	1,60	1,18	1,96	1,62	1,33	1,41
Be	1,00	1,79	1,31	4,14	1,78	0,78
Bi	0,99	0,77	4,43	1,67	3,05	1,94
Ca	1,65	1,38	1,73	–	1,65	1,80
Cd	1,00	1,20	–	4,93	0,44	1,02
Co	1,49	1,17	1,54	1,95	1,65	1,28
Cr	1,49	1,05	1,93	2,34	2,36	1,58
Cs	1,56	1,03	1,80	1,45	1,18	1,01
Cu	1,18	1,18	1,50	2,12	2,46	1,79
Fe	1,37	1,72	1,65	2,43	1,80	1,25
Ga	1,20	1,14	1,63	1,83	1,69	1,19
In	1,24	1,00	1,00	2,39	1,11	1,23
K	0,90	1,28	1,09	0,97	1,21	1,02
Li	0,25	1,11	1,68	1,12	0,96	1,17
Mg	1,36	1,68	1,61	1,87	1,92	1,28
Mn	1,12	1,02	1,47	1,22	0,96	1,27
Na	5,88	–	3,64	5,09	10,95	2,25
Ni	1,79	1,34	1,96	2,08	1,37	1,20
Pb	1,30	2,13	1,75	1,69	1,37	1,22
Rb	1,33	0,92	1,71	1,35	1,45	0,98
Se	4,29	3,55	1,00	–	1,80	–
Sr	1,68	1,39	1,59	1,79	1,84	1,36
Tl	1,12	1,00	1,00	1,49	1,93	1,38
U	1,03	1,20	1,26	1,82	1,45	1,18
V	1,26	1,17	1,39	1,94	1,91	1,30
Zn	1,66	1,66	1,80	1,37	1,85	1,44

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

Cadmio – In nessuna delle stazioni dell'area di studio è stato registrato un accumulo di questo elemento rispetto al bianco. In generale, la situazione risulta molto simile a quella degli anni precedenti, ad eccezione del 2005 dove era stato registrato un valore medio dell'EC Ratio di 4,93 (Tab. 4.8).

Cromo – In tutte le stazioni è stato registrato un accumulo rispetto al bianco, ad eccezione della stazione 3. Il confronto con le indagini precedenti mostra un miglioramento rispetto agli ultimi 3 anni di indagine con una situazione più simile a quella registrata nel 2002, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,58 (Tab. 4.8).

Rame – Le differenze fra le concentrazioni misurate nei talli di *Evernia prunastri* trapiantati e quelle misurate nel controllo sono risultate statisticamente significative per tutte le stazioni. Un accumulo particolarmente elevato è stato registrato nelle stazioni 4, 6 e 7, mentre nel resto dell'area di studio l'accumulo è risultato più contenuto. In generale, l'accumulo di questo elemento è risultato simile a quello registrato negli ultimi 2 anni, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,79 (Tab. 4.8).

Ferro – Un accumulo di questo elemento è stato registrato soltanto nelle stazioni 6, 7, 8 e 10. Il confronto con le indagini precedenti rivela una situazione ambientale relativa a questo elemento migliorata, con un valore medio dell'EC Ratio per il 2007 di 1,25 (Tab. 4.8).

Manganese – Questo elemento è stato accumulato soltanto nei trapianti di *Evernia prunastri* esposti nelle stazioni 4 e 6 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. Nella stazione 4 l'accumulo è stato particolarmente elevato, con un valore dell'EC Ratio di 3,05. Il confronto con le indagini precedenti rivela una situazione simile a quella registrata nel 2005, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,27 (Tab. 4.8).

Nichel – Un accumulo di questo elemento è stato registrato nelle stazioni 4, 6, 7, 8 e 10. 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 valore medio dell'EC ratio per il 2007 (1,20; Tab. 4.8) è il più basso registrato finora e più simile a quello del 2003 (1,34).

Piombo – Un accumulo di questo elemento è stato registrato soltanto nelle stazioni 2, 6, 7 e 8. In generale la situazione relativa a questo elemento è risultata migliorata rispetto alle scorse indagini

con un valore dell'EC Ratio di 1,22 (Tab. 4.8), che denota una progressiva diminuzione della contaminazione da parte di questo elemento nel corso degli anni.

Vanadio – Questo elemento risulta accumulato nei talli trapiantati nelle stazioni 2, 4, 6, 7, 8 e 9. Il valore medio dell'EC Ratio (1,30; Tab. 4.8) denota una situazione simile a quella registrata nei primi 3 anni di indagine, con un miglioramento rispetto al 2005 e 2006.

Zinco – Un accumulo particolarmente elevato di questo elemento è stato registrato nella stazione 4, mentre nelle stazioni 2, 6, 7, 8 e 10 l'accumulo è risultato più contenuto. Per le stazioni 1, 3, 5 e 9 non sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. Il confronto con le indagini precedenti mostra una contaminazione dei talli trapiantati simile a quella del 2005, con un valore medio dell'EC Ratio di 1,44 (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 il settimo 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 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 (2001-2006). 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 2 e 27 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 dei 7 anni di biomonitoraggio nella stazione 11 sembra invece testimoniare un peggioramento della qualità ambientale in questa stazione. Le campagne previste per gli anni futuri potranno chiarire rispettivamente l'aumento e la diminuzione dei valori dell'IDLs nelle stazioni 9 e 10. In particolare nel Parco I Maggio sono stati osservati numerosi talli lichenici con evidenti fenomeni di alterazione che fanno ipotizzare che si sia verificato un fenomeno locale di alterazione la cui natura rimane al momento sconosciuta.

Anche per il centro urbano di Jesi, la situazione generale è rimasta pressoché invariata nel corso dei 6 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, durante questa campagna di rilevamenti è stata confermata la lieve diminuzione del valore dell'IDLs, che ha comportato un salto di fascia da semi-alterazione ad alterazione rispetto alle campagne precedenti. 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 l'indagine di bioaccumulo, in generale, nei talli di *Evernia prunastri* esposti, è stato registrato l'accumulo rispetto al bianco della metà degli elementi considerati e sono stati calcolati valori medi dell'EC ratio particolarmente elevati per Bi, Ca, Cu, e Na. Tali risultati denotano una contaminazione del territorio da parte degli elementi in traccia più contenuta rispetto alle indagini precedenti.

Il confronto con il 2006 ha rivelato un generale calo delle concentrazioni di Be, Cr, Fe, Ni, Pb, V e Zn, un leggero aumento delle concentrazioni di Mn e una situazione pressochè invariata per quanto riguarda Al, As, Ba, Cd e Cu. Occorre tuttavia ricordare che lo scorso anno i campioni lichenici sono stati esposti per 7 mesi (e non 3 come negli altri anni) 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.

Tuttavia, anche il confronto con l'indagine condotta nel 2005 mostra un generale calo nelle concentrazioni di molti elementi in traccia anche tossici come Be, Cd, Cr, Ni, Pb e V e una situazione pressochè invariata per quanto riguarda As, Ba, Cu, Mn e Zn.

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., 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.