

# Entomofauna del Settore trentino del Parco Nazionale dello Stelvio

documentazione della biodiversità in  
relazione agli habitat, alla presenza  
dell'uomo e alla fauna vertebrata

*Report di fine progetto*



**Ente di ricerca:** Museo delle Scienze di Trento, Sezione di Zoologia degli Invertebrati e Idrobiologia (MdS)

**Responsabile scientifico:** dott.ssa. Valeria Lencioni (Conservatore, MdS)

**Collaboratore di ricerca:** dott. Mauro Gobbi (Entomologo, MdS)

## IL PROGETTO IN NUMERI

**3** anni di durata

**21** tipologie di habitat indagate

**14438** individui raccolti e analizzati

**350** specie determinate

**2** partecipazioni a congressi internazionali

**3** partecipazioni a congressi nazionali

**6** pubblicazioni

**8** ore di seminari e serate naturalistiche

**2** tesi di laurea sviluppate

**1** workshop organizzato



## Premessa

Col presente report, il Museo delle Scienze di Trento (Mds) fornisce all'Ente Parco (PNS) la descrizione dettagliata dell'attività di ricerca svolta, e dei risultati scientifici ottenuti, durante il triennio 2009-2010-2011 e rispetto a quanto previsto nella proposta di progetto *"Entomofauna del Settore trentino del Parco Nazionale dello Stelvio: documentazione della biodiversità in relazione agli habitat, alla presenza dell'uomo e alla fauna vertebrata"* (Prot. MTSN n. 5377/B-2, 17/1172008).

Gli obiettivi generali del progetto erano:

- (1) descrivere le comunità di insetti presenti in tutte le tipologie di habitat del PNS,
- (2) compilare la checklist della fauna a carabidi del PNS,
- (3) formulare ipotesi sui cambiamenti dell'uso del suolo e sulle variazioni dello stato ecologico nel tempo, valutandone gli effetti sull'entomofauna attraverso lo studio delle collezioni storiche del MTSN,
- (4) selezionare gli habitat prioritari per la tutela della biodiversità invertebrata,
- (5) analizzare le relazioni tra fauna vertebrata e invertebrata in termini di presenza/assenza, abbondanza e fenologia
- (6) fornire elementi utili alla gestione e uso del suolo negli habitat forestali e di prateria,
- (7) formare il personale del Parco su temi di interesse applicativo,
- (8) divulgare mediante seminari e conferenze i risultati ottenuti.

I risultati attesi per il 2011 e combacianti con quelli di fine progetto erano:

- (1) fornire dati sulla biodiversità entomologica del PNS, in particolare compilando la checklist delle specie di carabidi,
- (2) evidenziare e discutere la presenza delle specie e habitat prioritari (es. specie dall'areale di distribuzione molto ristretto, specie dalla bassa mobilità e dall'alta specializzazione morfo-ecologica, "hotspots" di biodiversità),
- (3) elaborare statisticamente e georeferenziare tutti i dati raccolti nei due/tre anni di campionamento,
- (4) analizzare le relazioni preda-predatore tra fauna vertebrata e invertebrata e gli effetti del brucamento in bosco dei cervi sull'entomofauna, valutando se l'abbondanza di cervo nel Parco influisce in modo indiretto sulla diversità entomologica,
- (5) fornire dei giudizi qualitativi e quantitativi sullo stato ecologico degli habitat studiati in relazione all'impatto antropico e all'uso dei suoli forestali e prativi,
- (6) avanzare proposte gestionali della fauna e dei suoli,
- (7) produrre almeno una pubblicazione scientifica (su rivista di pregio internazionale) sui risultati ottenuti,
- (8) organizzare un workshop rivolto al personale dei Parchi, agli specialisti di settore e al grande pubblico illustrante i risultati acquisiti grazie a questo studio.

*Nonostante non fosse previsto dal progetto iniziale, i risultati attesi sono stati implementati attraverso lo studio e l'approfondimento di altri gruppi faunistici: coleotteri stafilinidi, coleotteri scarabeidi s.l. e aracnidi aranei. Per questi gruppi si riportano di conseguenza la checklist e i risultati. La vastità del progetto ha inoltre permesso la realizzazione di due tesi di laurea (una triennale e una specialistica).*

## Raccolta e identificazione dei campioni

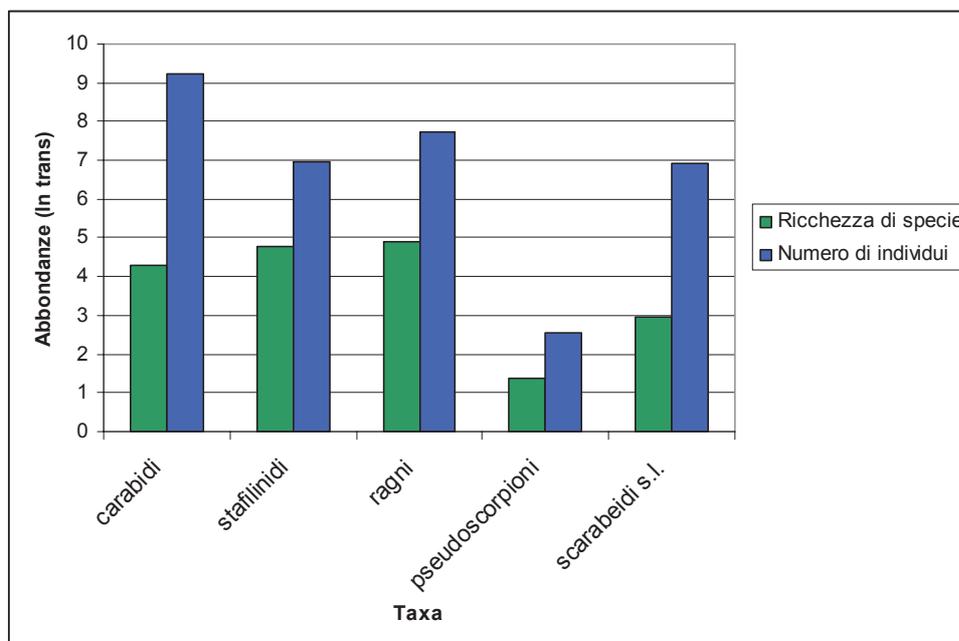
La fauna invertebrata del suolo è stata raccolta mediante l'impiego di trappole a caduta (Latella & Gobbi, 2008) in 21 siti. In ciascun sito, differente per quota, vegetazione, gestione antropica ecc., sono state innescate 15 trappole a caduta, rinnovate ogni 15 giorni da maggio/giugno ad ottobre nel 2008 e nel 2009. In due anni sono stati raccolti così 1890 campioni. Tutto il materiale raccolto (Fig. 1) è stato smistato a differente livello tassonomico ed è conservato in alcol al 70% presso le collezioni del Museo delle Scienze.

Un totale di **14438** esemplari appartenenti alla fauna epigea sono stati raccolti.

I coleotteri carabidi sono risultati il gruppo faunistico col maggior numero di individui (10064) e con una ricchezza di specie pari a **73**. Considerando che questo taxon include specie indicatrici di qualità ambientale si è proceduto analizzando le differenti comunità presenti in ciascun sito. Le comunità rinvenute sono state anche relazionate alle differenti variabili ambientali.

Dal momento che la gestione e valorizzazione ambientale di un Parco parte proprio dalla conoscenza faunistica in esso presente si è deciso di determinare fino a livello di specie anche gli altri gruppi di artropodi rinvenuti nelle trappole. Nello specifico sono state determinate **121** specie di coleotteri stafilinidi (1069 individui), **133** specie di aracnidi aranei (2261 individui), **4** specie di pseudoscorpioni (13 individui) e **19** specie di scarabeidi s.l. (1031 individui).

Il numero totale di specie della fauna epigea raccolte nel Parco sono quindi ben **350** (vedere file di excel allegato al progetto).

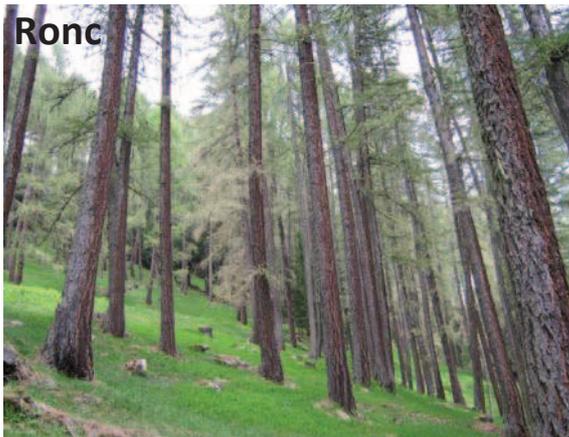


## Stazioni di campionamento

VALLE	NOME	TIPO	QUOTA (m)	COORDINATE Y	COORDINATE X
Peio	Covel	Prato da sfalcio	1840	626889	5136034
Rabbi	Coler-fontanino	Prato da sfalcio	1390	636234	5142198
Peio	Lago di covel	Prato da sfalcio	1850	626906	5136372
Rabbi	Plan	Alneta	1250	638096	5140817
Peio	Prabon	Larice-cembreta	1870	629584	5141142
Peio	Ronc	Lariceta	1740	629040	5136220
Rabbi	Aret	lariceta	1600	638586	5141631
Peio	Croce dei bagni	Bosco misto latifoglie	1690	629491	5137027
Rabbi	Foresteria	Bosco misto latifoglie	1284	639134	5141005
Peio	Dos dei cembri	Prateria	2290	627671	5137474
Rabbi	Maleda alta	Prateria	1930	634519	5140686
Peio	Pontevecchio	Pascolo	1760	630597	5140296
Rabbi	Fratte basse	Pascolo	1460	636936	5141284
Peio	Frattasecca	Pecceta montana	1590	626605	5134479
Rabbi	Sopra giochi coler	Pecceta montana	1490	636349	5142590
Peio	Borche	Pecceta altimontana	1760	631049	5136453
Rabbi	Pozzatine	Pecceta altimontana	1750	638395	5141935
Peio	Seroden	Pascolo	2200	628304	5137176
Rabbi	Monte sole	Pascolo	2080	636321	5139430
Peio	Noce	Prato da sfalcio	1257	630196	5137165
Rabbi	Maleda bassa	Pascolo	1650	635563	5141472

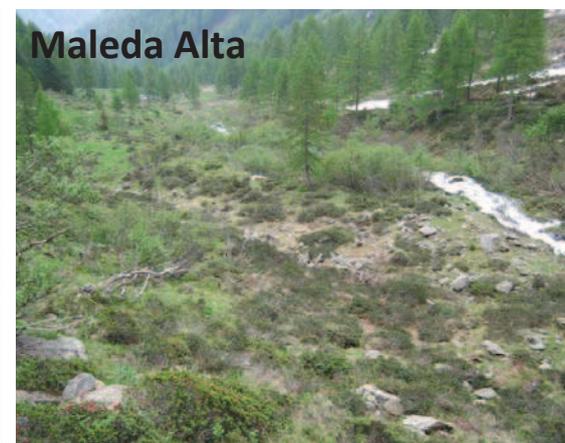
## Foreste



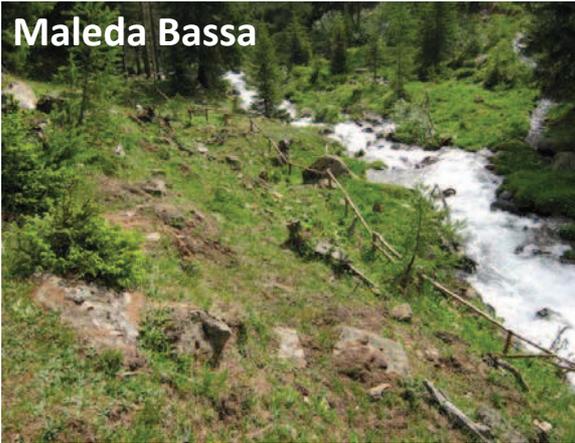




*Prati*



**Maleda Bassa**



**Doss dei Cembri**



**Coler Fontanino**



**Monte Sole**



**Noce**



**Lago Covel**



## Analisi dei dati, risultati e discussione

### I CARABIDI (Coleoptera Carabidae)

I coleotteri carabidi sono insetti epigei geofili la cui distribuzione spaziale e i cui caratteri morfo-ecologici (es. morfologia alare, dieta e lunghezza del corpo) sono fortemente influenzati dai parametri fisici (es. umidità, temperatura) e chimici (es. pH, concentrazione di metalli pesanti) dei suoli. Questo rende tali insetti indicatori degli effetti dei cambiamenti ambientali (es. riscaldamento dei suoli, gestione e inquinamento) sui suoli e sulle forme di humus.

Il declino che la biodiversità di carabidi ha avuto nell'ultimo secolo in Europa e il ruolo di questi coleotteri come predatori di insetti infestanti e come prede di molti vertebrati rende prioritaria la conoscenza della loro distribuzione spaziale in relazione alle attività antropiche (Gobbi, 2009).



### Risultati generali

Il numero totale di specie di coleotteri carabidi censite ammonta a 73 per un totale di 10328 individui.

Le specie ubiquitarie e quindi campionate sia nei boschi che nei prati sono 39, quelle rinvenute esclusivamente dei boschi sono 10, mentre quelle raccolte esclusivamente nei prati sono 24.

Le specie più abbondanti (frequenza > 5%) sono *Pterostichus (Oreophilus) multipunctatus*, *Carabus (Oreocarabus) hortensis*, *Pterostichus (Cheporus) burmeisteri*, *Poecilus (Poecilus) versicolor* e *Pterostichus (Haptoderus) unctulatus*.

Qui di seguito verranno riportate separatamente le analisi eseguite per i siti forestali e quelle per i siti prativi.

## SITI FORESTALI

### *Analisi dei dati*

Le analisi statistiche sono state eseguite prendendo in considerazione il numero di specie (S), l'abbondanza di individui (N) e la frequenza di functional traits (specie brachittere, specie carnivore, specie a ciclo vitale lungo e dimensioni medie corporee) in ciascuna trappola impiegata per i campionamenti. La biodiversità presentenin ciascuna trappola è stata calcolata mediante Shannon Index.

I valori espressi in frequenza sono stati trasformati in  $\arcsin \sqrt{p/100}$ , mentre tutti gli altri valori in LN quando necessario.

In generale le analisi sono state eseguite partendo con l'analisi della correlazione di Pearson tra le variabili biologiche (functional traits) e le variabili ambientali.

L'effetto delle variabili ambientali è stato testato mediante General Linear Model Multivariate (GLM).

Successivamente è stata valutata la dipendenza tra le singole specie e le variabili ambientali mediante Canonical Correspondence Analysis (CCA). Le specie con un numero di individui inferiore a 5 sono state eliminate dall'analisi.

Infine è stata valutata la similarità nella composizione specifica dei siti di campionamento attraverso Cluster Analysis utilizzando il Percentage Similarity Index.

Le analisi sono state eseguite utilizzando i seguenti programmi/software: Microsoft Excel, SPSS, MVSP e PAST.

### *Risultati*

Nelle dieci tipologie di bosco, per un totale di 148 trappole risultate attive, sono state censite 50 specie ripartite in 6808 individui.

Le specie più abbondanti (frequenza > 5%) sono *Pterostichus (Oreophilus) multipunctatus* (N = 2777; 40.8%), *Carabus (Oreocarabus) hortensis* (N = 912; 13.4%), *Pterostichus (Cheporus) burmeisteri* (N = 835; 12.3%) e *Pterostichus (Haptoderus) unctulatus* (N=514; 7.5%).

### Effetto della tipologia di vegetazione (boschi di latifoglie vs boschi di conifere) sulla ricchezza di specie e sui functional traits

La tipologia di vegetazione è stata espressa come “vegetation type\_2” ed è rappresentata dai boschi di latifoglie (1) e i boschi di conifere (2).

L’analisi GLMm mostra che solo l’indice di Shannon è significativamente influenzato dalla quota, mentre non lo è dalla “vegetation type\_2”. I functional traits non sono influenzati dalla quota. La frequenza di brachitteri e di carnivori varia in relazione alla “vegetation type\_2” mentre non lo sono la frequenza di specie a sviluppo larvale lungo e le dimensioni corporee.

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Shannon_H	,545 <sup>a</sup>	2	,273	12,718	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	1,347 <sup>b</sup>	2	,673	11,463	,000
	arcsen_freq_S_carnivorous	2,776 <sup>c</sup>	2	1,388	28,907	,000
	arcsen_freq_S_long development	,057 <sup>d</sup>	2	,028	,375	,688
Intercept	Shannon_H	,376	1	,376	17,563	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	,043	1	,043	,733	,393
	arcsen_freq_S_carnivorous	,011	1	,011	,220	,640
	arcsen_freq_S_long development	,090	1	,090	1,193	,276
LOG_alt	Shannon_H	,292	1	,292	13,631	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	,139	1	,139	2,360	,127
	arcsen_freq_S_carnivorous	,010	1	,010	,218	,642
	arcsen_freq_S_long development	,015	1	,015	,194	,661
VegetationType_lev2	Shannon_H	,000	1	,000	,011	,917
	arcsen_freq_S_brachitteri	,327	1	,327	5,569	,020
	arcsen_freq_S_carnivorous	1,375	1	1,375	28,629	,000
	arcsen_freq_S_long development	,055	1	,055	,721	,397
Error	Shannon_H	3,108	145	,021		
	arcsen_freq_S_brachitteri	8,518	145	,059		
	arcsen_freq_S_carnivorous	6,963	145	,048		
	arcsen_freq_S_long development	10,985	145	,076		
Total	Shannon_H	32,426	148			
	arcsen_freq_S_brachitteri	180,024	148			
	arcsen_freq_S_carnivorous	276,983	148			
	arcsen_freq_S_long development	201,278	148			
Corrected Total	Shannon_H	3,653	147			
	arcsen_freq_S_brachitteri	9,865	147			
	arcsen_freq_S_carnivorous	9,739	147			
	arcsen_freq_S_long development	11,042	147			

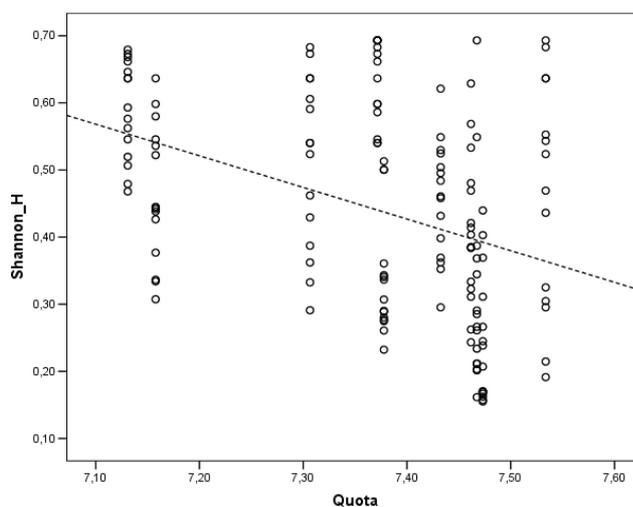
a. R Squared = ,149 (Adjusted R Squared = ,138)

b. R Squared = ,137 (Adjusted R Squared = ,125)

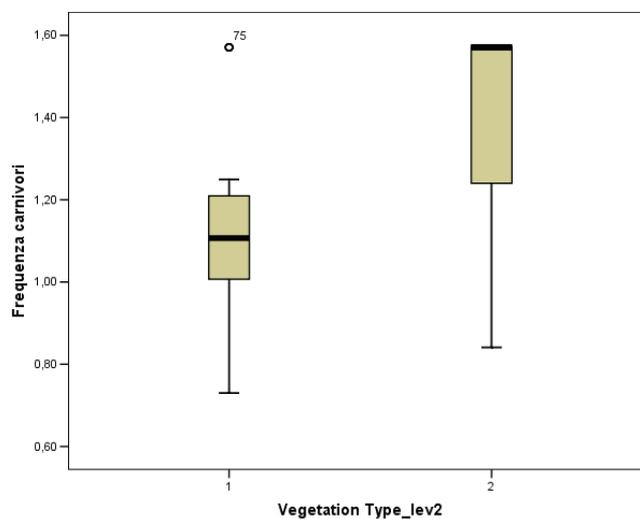
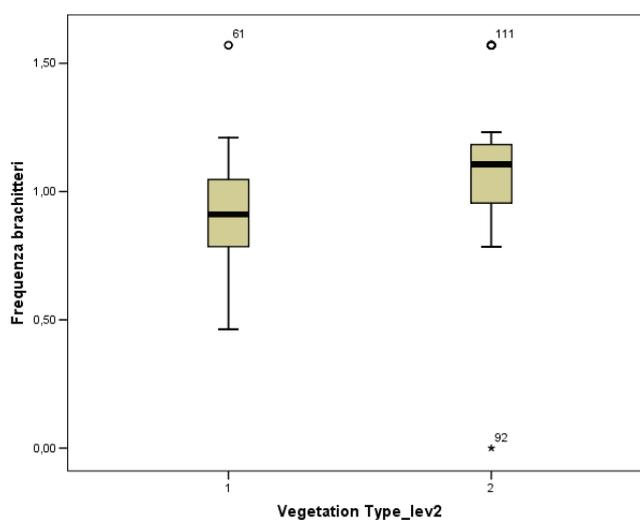
c. R Squared = ,285 (Adjusted R Squared = ,275)

d. R Squared = ,005 (Adjusted R Squared = -,009)

Nello specifico è possibile osservare che l'indice di Shannon decresce con l'aumentare della quota.



La frequenza di specie brachittere e di specie predatrici è significativamente superiore nei boschi di conifere (2) rispetto a quelli di latifoglie (1)



### Effetto della tipologia di vegetazione (alneta vs larice-cembra vs lariceta vs acero-frassineto vs pecceta) sulla ricchezza di specie e sui functional traits

La tipologia di vegetazione è stata espressa come “vegetation type\_1” ed è rappresentata da alneta (1), larice-cembra (2), lariceta (3) acero-frassineto (4) e pecceta (5).

L’analisi GLMm mostra che l’indice di Shannon, la frequenza di brachitteri, di carnivori e le dimensioni corporee sono influenzate dalla tipologia di vegetazione.

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Shannon_H	,963 <sup>a</sup>	5	,193	10,172	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	1,695 <sup>b</sup>	5	,339	5,891	,000
	arcsen_freq_S_carnivorous	4,283 <sup>c</sup>	5	,857	22,295	,000
	arcsen_freq_S_long development	,543 <sup>d</sup>	5	,109	1,468	,204
	Mean_length	319,661 <sup>e</sup>	5	63,932	7,247	,000
	Intercept	Shannon_H	,692	1	,692	36,551
arcsen_freq_S_brachitteri		,130	1	,130	2,259	,135
arcsen_freq_S_carnivorous		,067	1	,067	1,736	,190
arcsen_freq_S_long development		,002	1	,002	,021	,884
Mean_length		15,933	1	15,933	1,806	,181
LOG_alt		Shannon_H	,593	1	,593	31,326
	arcsen_freq_S_brachitteri	,258	1	,258	4,476	,036
	arcsen_freq_S_carnivorous	,191	1	,191	4,967	,027
	arcsen_freq_S_long development	,014	1	,014	,188	,665
	Mean_length	35,142	1	35,142	3,984	,048
	VegetationType_lev1	Shannon_H	,418	4	,105	5,522
arcsen_freq_S_brachitteri		,675	4	,169	2,933	,023
arcsen_freq_S_carnivorous		2,882	4	,720	18,750	,000
arcsen_freq_S_long development		,540	4	,135	1,827	,127
Mean_length		319,066	4	79,766	9,042	,000
Error		Shannon_H	2,690	142	,019	
	arcsen_freq_S_brachitteri	8,170	142	,058		
	arcsen_freq_S_carnivorous	5,456	142	,038		
	arcsen_freq_S_long development	10,500	142	,074		
	Mean_length	1252,661	142	8,822		
	Total	Shannon_H	32,426	148		
arcsen_freq_S_brachitteri		180,024	148			
arcsen_freq_S_carnivorous		276,983	148			
arcsen_freq_S_long development		201,278	148			
Mean_length		29661,121	148			
Corrected Total		Shannon_H	3,653	147		
	arcsen_freq_S_brachitteri	9,865	147			
	arcsen_freq_S_carnivorous	9,739	147			
	arcsen_freq_S_long development	11,042	147			
	Mean_length	1572,323	147			

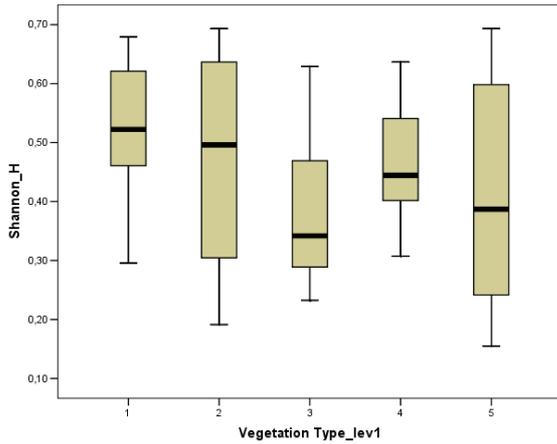
a. R Squared = ,264 (Adjusted R Squared = ,238)

b. R Squared = ,172 (Adjusted R Squared = ,143)

c. R Squared = ,440 (Adjusted R Squared = ,420)

d. R Squared = ,049 (Adjusted R Squared = ,016)

e. R Squared = ,203 (Adjusted R Squared = ,175)



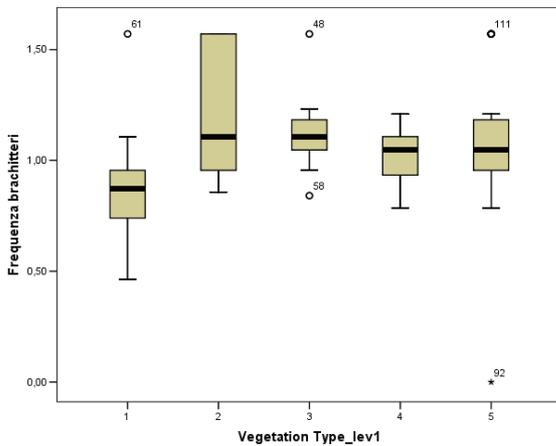
Shannon\_H

Tukey B<sup>a,b</sup>

Vegetation Type_lev1	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3	30	,3756	
5	59	,4208	,4208
4	15	,4646	,4646
2	14	,4647	,4647
1	30		,5229

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 22,552.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



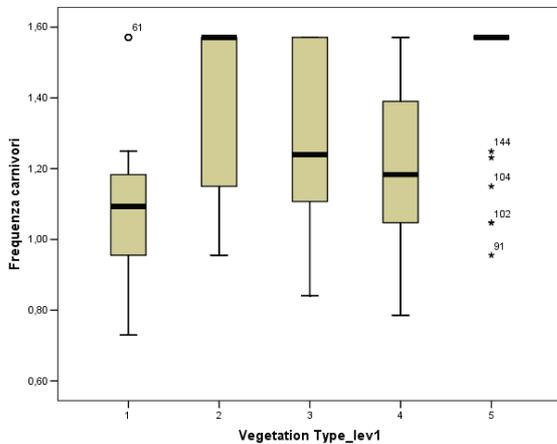
arcsen\_freq\_S\_brachitteri

Tukey B<sup>a,b</sup>

Vegetation Type_lev1	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	30	,8907	
4	15	1,0253	1,0253
3	30		1,1165
5	59		1,1273
2	14		1,1850

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 22,552.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



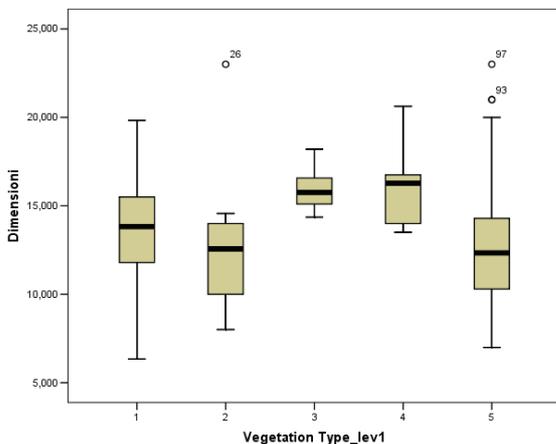
arcsen\_freq\_S\_carnivorous

Tukey B<sup>a,b</sup>

Vegetation Type_lev	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1	30	1,0981			
4	15	1,2146	1,2146		
3	30		1,2863	1,2863	
2	14			1,3709	
5	59				1,5243

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 22,552.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



Mean\_length

Tukey B<sup>a,b</sup>

Vegetation Type_lev1	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2	14	12,68895	
5	59	12,69173	
1	30	13,31724	
3	30		15,81977
4	15		15,88929

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 22,552.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Nello specifico è possibile notare come l'alneto sia il bosco che presenta la maggiore diversità specifica, ma allo stesso tempo la minore frequenza di specie brachittere e carnivore. Le specie di dimensioni maggiori sono presenti nell'acero-frassineto e nelle laricete. In generale le varie tipologie vegetazionali possiedono raggruppamenti (vedere Tukey test) indipendenti di non chiara interpretazione dovuta alla notevole varianza espressa.

**Effetto dell’impatto della fauna selvatica sulla ricchezza di specie e sui functional traits**

L’impatto da sovrapascolamento ad opera della fauna selvatica (calpestio e brucamento) è stato distinto in nullo (1), medio (2) e alto (4).

L’analisi GLMm mostra che l’indice di Shannon, la frequenza di specie carnivore e le dimensioni corporee sono influenzate dall’impatto della fauna selvatica.

**Tests of Between-Subjects Effects**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Shannon_H	,737 <sup>a</sup>	3	,246	12,125	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	1,084 <sup>b</sup>	3	,361	5,928	,001
	arcsen_freq_S_carnivorous	3,713 <sup>c</sup>	3	1,238	29,570	,000
	arcsen_freq_S_long development	,045 <sup>d</sup>	3	,015	,196	,899
	Mean_length	224,766 <sup>e</sup>	3	74,922	8,006	,000
	Intercept	Shannon_H	,769	1	,769	37,976
arcsen_freq_S_brachitteri		,544	1	,544	8,924	,003
arcsen_freq_S_carnivorous		2,260	1	2,260	54,007	,000
arcsen_freq_S_long development		,011	1	,011	,139	,710
Mean_length		53,024	1	53,024	5,666	,019
LOG_ait		Shannon_H	,639	1	,639	31,572
	arcsen_freq_S_brachitteri	,868	1	,868	14,242	,000
	arcsen_freq_S_carnivorous	3,021	1	3,021	72,189	,000
	arcsen_freq_S_long development	,009	1	,009	,122	,728
	Mean_length	23,670	1	23,670	2,529	,114
	Animalimpact	Shannon_H	,192	2	,096	4,734
arcsen_freq_S_brachitteri		,065	2	,032	,531	,589
arcsen_freq_S_carnivorous		2,311	2	1,156	27,611	,000
arcsen_freq_S_long development		,043	2	,021	,280	,756
Mean_length		224,170	2	112,085	11,977	,000
Error		Shannon_H	2,917	144	,020	
	arcsen_freq_S_brachitteri	8,781	144	,061		
	arcsen_freq_S_carnivorous	6,027	144	,042		
	arcsen_freq_S_long development	10,997	144	,076		
	Mean_length	1347,557	144	9,358		
	Total	Shannon_H	32,426	148		
arcsen_freq_S_brachitteri		180,024	148			
arcsen_freq_S_carnivorous		276,983	148			
arcsen_freq_S_long development		201,278	148			
Mean_length		29661,121	148			
Corrected Total		Shannon_H	3,653	147		
	arcsen_freq_S_brachitteri	9,865	147			
	arcsen_freq_S_carnivorous	9,739	147			
	arcsen_freq_S_long development	11,042	147			
	Mean_length	1572,323	147			

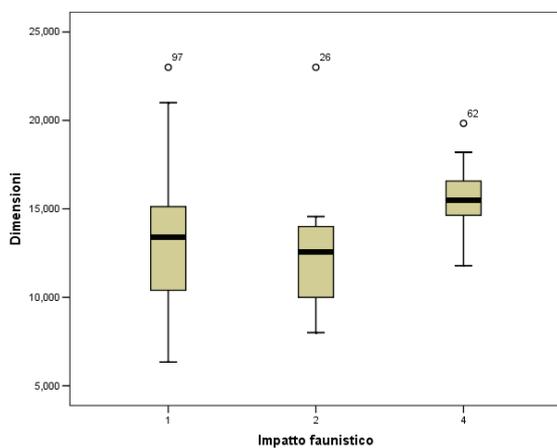
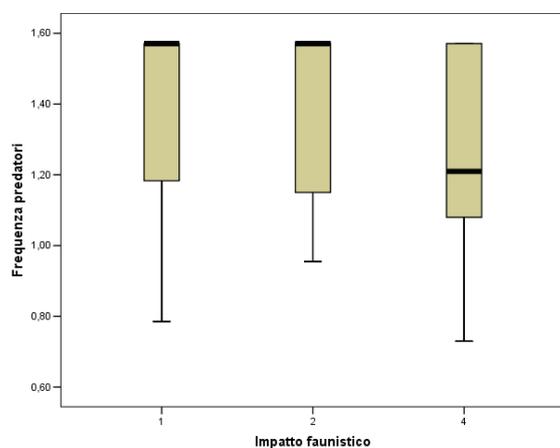
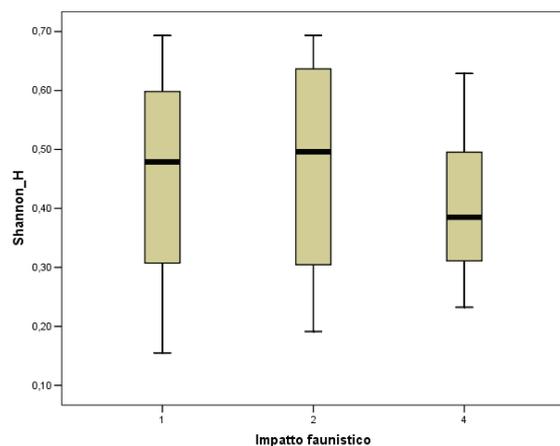
a. R Squared = ,202 (Adjusted R Squared = ,185)

b. R Squared = ,110 (Adjusted R Squared = ,091)

c. R Squared = ,381 (Adjusted R Squared = ,368)

d. R Squared = ,004 (Adjusted R Squared = -,017)

e. R Squared = ,143 (Adjusted R Squared = ,125)



Mean\_length

Tukey B<sup>a,b</sup>

Animalimpact	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2	14	12,68895	
1	89	13,05948	
4	45		15,53263

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 28,602.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Nello specifico è possibile notare come i siti a maggiore impatto faunistico siano quelli con i valori di diversità specifica più bassi e quelli con specie di maggiori dimensioni.

**Effetto dell'impatto geo-idrologico sulla ricchezza di specie e sui functional traits**

L'impatto geo-idrologico considerato sulla presenza di fenomeni legati ad alluvioni e instabilità di versante è stato distinto in nullo-basso (1) e medio (2) e alto (4).

L'analisi del GLMm mostra che l'indice di Shannon, la frequenza di specie brachittere, di specie carnivore e le dimensioni corporee sono influenzate dall'impatto geo-idrologico.

**Tests of Between-Subjects Effects**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Shannon_H	1,109 <sup>a</sup>	3	,370	20,915	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	1,466 <sup>b</sup>	3	,489	8,379	,000
	arcsen_freq_S_carnivorous	1,969 <sup>c</sup>	3	,656	12,164	,000
	arcsen_freq_S_long development	,148 <sup>d</sup>	3	,049	,654	,582
	Mean_length	342,413 <sup>e</sup>	3	114,138	13,363	,000
Intercept	Shannon_H	,714	1	,714	40,418	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	,548	1	,548	9,401	,003
	arcsen_freq_S_carnivorous	,845	1	,845	15,661	,000
	arcsen_freq_S_long development	,047	1	,047	,624	,431
	Mean_length	24,414	1	24,414	2,858	,093
LOG_alt	Shannon_H	,549	1	,549	31,088	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	,952	1	,952	16,330	,000
	arcsen_freq_S_carnivorous	1,469	1	1,469	27,227	,000
	arcsen_freq_S_long development	,000	1	,000	,007	,936
	Mean_length	3,486	1	3,486	,408	,524
Geoidrologicalimpact artificialplantations	Shannon_H	,564	2	,282	15,952	,000
	arcsen_freq_S_brachitteri	,446	2	,223	3,828	,024
	arcsen_freq_S_carnivorous	,568	2	,284	5,260	,006
	arcsen_freq_S_long development	,146	2	,073	,967	,383
	Mean_length	341,818	2	170,909	20,010	,000
Error	Shannon_H	2,545	144	,018		
	arcsen_freq_S_brachitteri	8,399	144	,058		
	arcsen_freq_S_carnivorous	7,770	144	,054		
	arcsen_freq_S_long development	10,894	144	,076		
	Mean_length	1229,910	144	8,541		
Total	Shannon_H	32,426	148			
	arcsen_freq_S_brachitteri	180,024	148			
	arcsen_freq_S_carnivorous	276,983	148			
	arcsen_freq_S_long development	201,278	148			
	Mean_length	29661,121	148			
Corrected Total	Shannon_H	3,653	147			
	arcsen_freq_S_brachitteri	9,865	147			
	arcsen_freq_S_carnivorous	9,739	147			
	arcsen_freq_S_long development	11,042	147			
	Mean_length	1572,323	147			

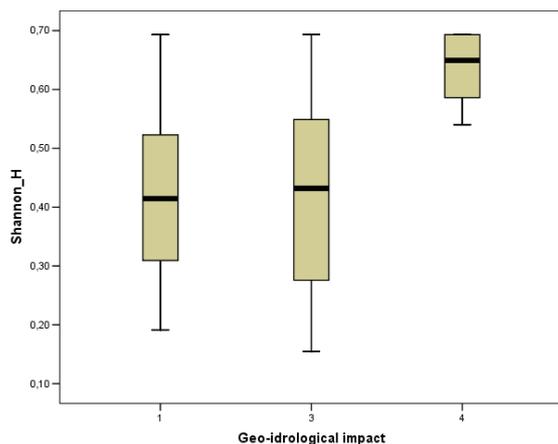
a. R Squared = ,303 (Adjusted R Squared = ,289)

b. R Squared = ,149 (Adjusted R Squared = ,131)

c. R Squared = ,202 (Adjusted R Squared = ,186)

d. R Squared = ,013 (Adjusted R Squared = -,007)

e. R Squared = ,218 (Adjusted R Squared = ,201)



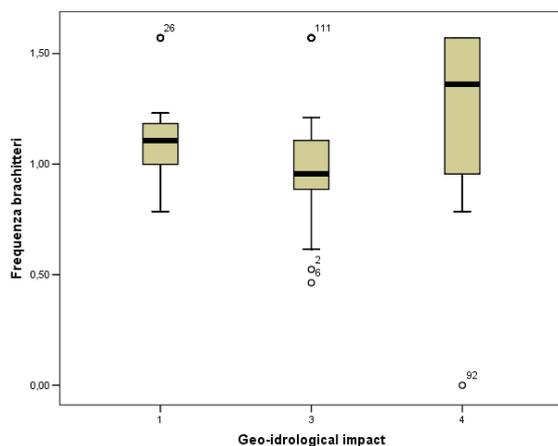
Shannon\_H

Tukey B<sup>a,b</sup>

Geoidrologicalimpact artificialplantations	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	59	,4193	
3	75	,4224	
4	14		,6311

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 29,495.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



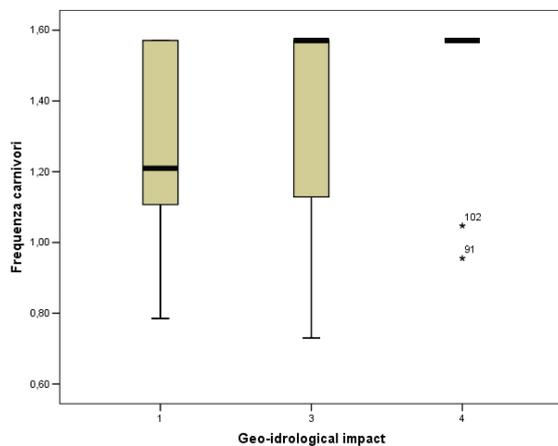
arcsen\_freq\_S\_brachitteri

Tukey B<sup>a,b</sup>

Geoidrologicalimpact artificialplantations	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3	75	1,0194	
1	59	1,1095	1,1095
4	14		1,1982

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 29,495.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



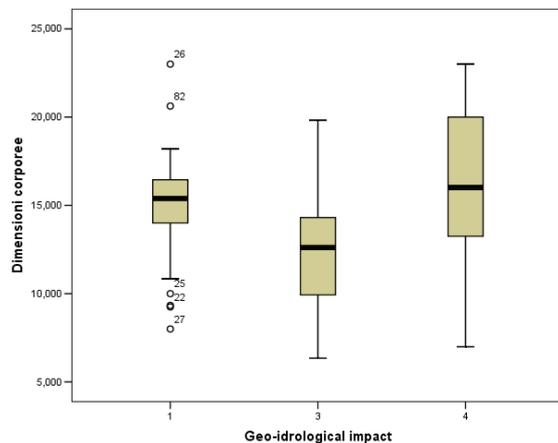
arcsen\_freq\_S\_carnivorous

Tukey B<sup>a,b</sup>

Geoidrologicalimpact artificialplantations	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	59	1,2882	
3	75	1,3603	1,3603
4	14		1,4894

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 29,495.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



Mean\_length

Tukey B<sup>a,b</sup>

Geoidrologicalimpact artificialplantations	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3	75	12,30817	
1	59		15,09454
4	14		16,08690

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

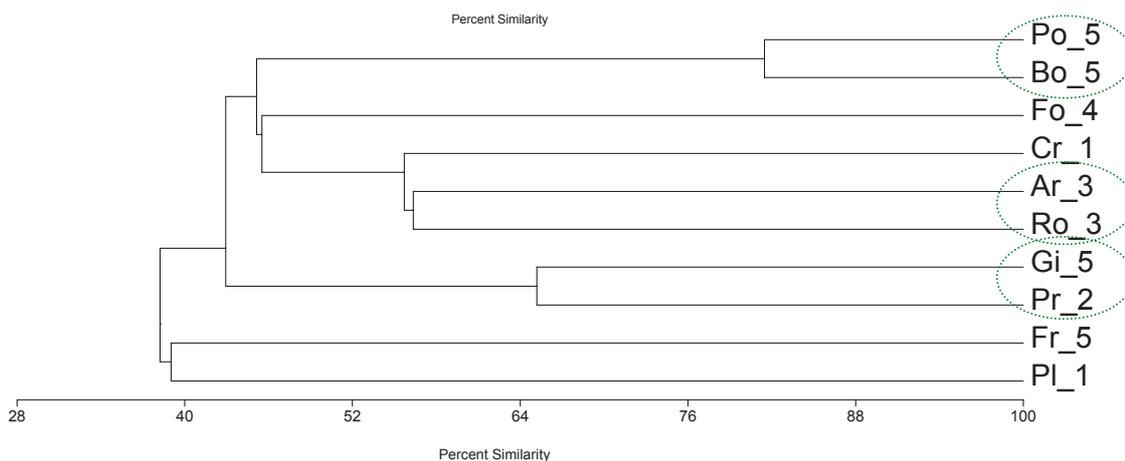
- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 29,495.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Nello specifico è possibile notare come l'impatto geo-idrologico determini la presenza di comunità più ricche. La frequenza di functional traits rimane invece di più dubbia interpretazione; le dimensioni corporee sono mediamente più piccole nei siti con impatto medio.

### Similarità nella composizione specifica tra i siti

L'analisi di similarità mostra come i siti più simili tra loro e quindi quelli con valori di similarità superiori al 50% sono le due peccete altimontane Pozzatine e Borche (Po\_5 e Bo\_5) con similarità pari all'80%, seguite dalla pecceta Giochi Coler e la larice cembreta Prabon (Gi\_5 e Pr\_5) con similarità del 65% e infine le due laricete Aret e Ronc (Ar\_3 e Ro\_3) con similarità del 55%.

I due siti maggiormente differenti da tutti gli altri sono l'aneta Plan (PI\_1) e la pecceta Frattasecca (Fr\_5) che sono simili agli altri siti solo per il 38%.



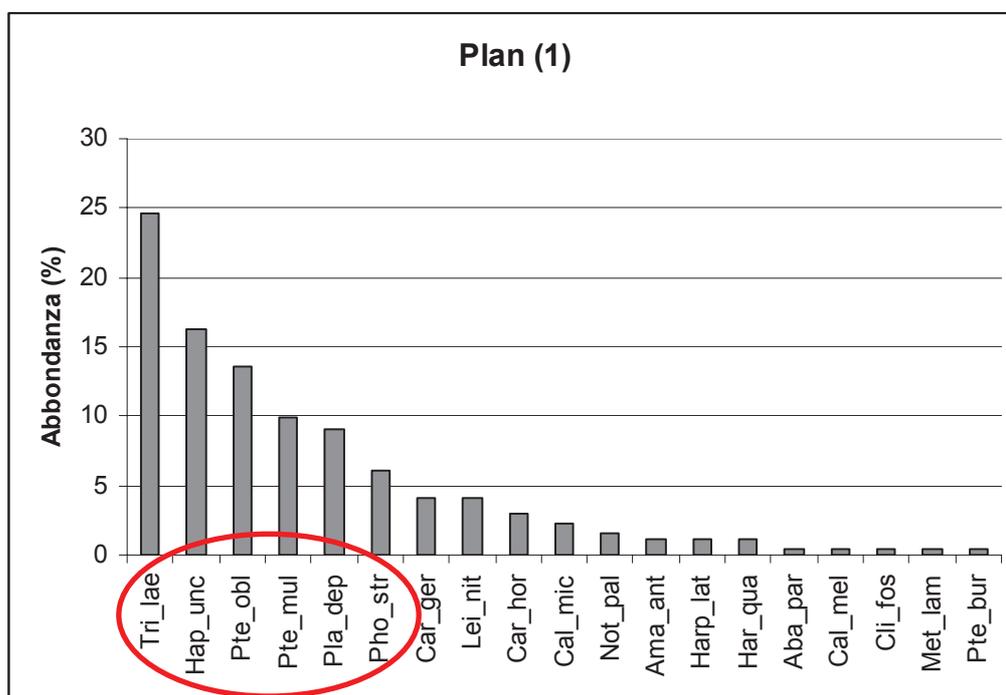
## Abbondanze totali specie-sito

	Plan_(1)	Prabon_(2)	Ronc_(3)	Aret_(3)	CroceDeiBagni_(1)	Foresteria_(4)	FrattaSecca_(5)	GiochiColer_(5)	Borche_(5)	Pozzatine_(5)
<b>S</b>	19	14	16	19	30	17	13	13	11	17
<b>N</b>	264	290	870	1213	640	480	105	256	1384	1306
<b>Shannon_Index</b>	2,3	1,3	1,9	1,8	2,2	1,8	2,0	1,7	0,8	1,2
<b>Evenness_Index</b>	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,2	0,2

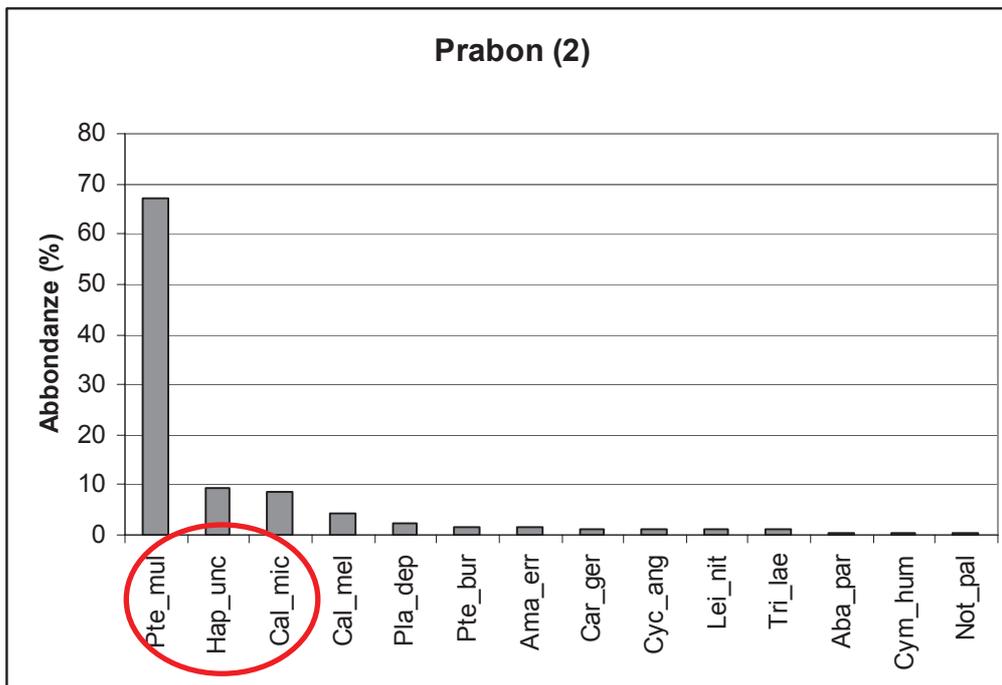
Le specie ubiquitarie risultano essere *Pterostichus multipunctatus* e *Haptoderus unctulatus*. L'indice di Evenness mostra come tutte le tipologie di bosco considerate mostrano valori di equiripartizione piuttosto bassi (il valore più alto appartiene a Plan ed è 0,5) a testimonianza di una bassa equiripartizione degli individui all'interno delle singole specie.

Qui di seguito vengono riportati gli istogrammi indicanti informazioni inerenti la struttura della carabidocenosi in ciascun sito e quindi la frequenza di specie dominanti (freq > 5%), accessorie (freq = 2.1–5%), occasionali (freq = 1.1–2%) e rare (freq = 0–1%). Le specie dominanti sono cerchiare in rosso.

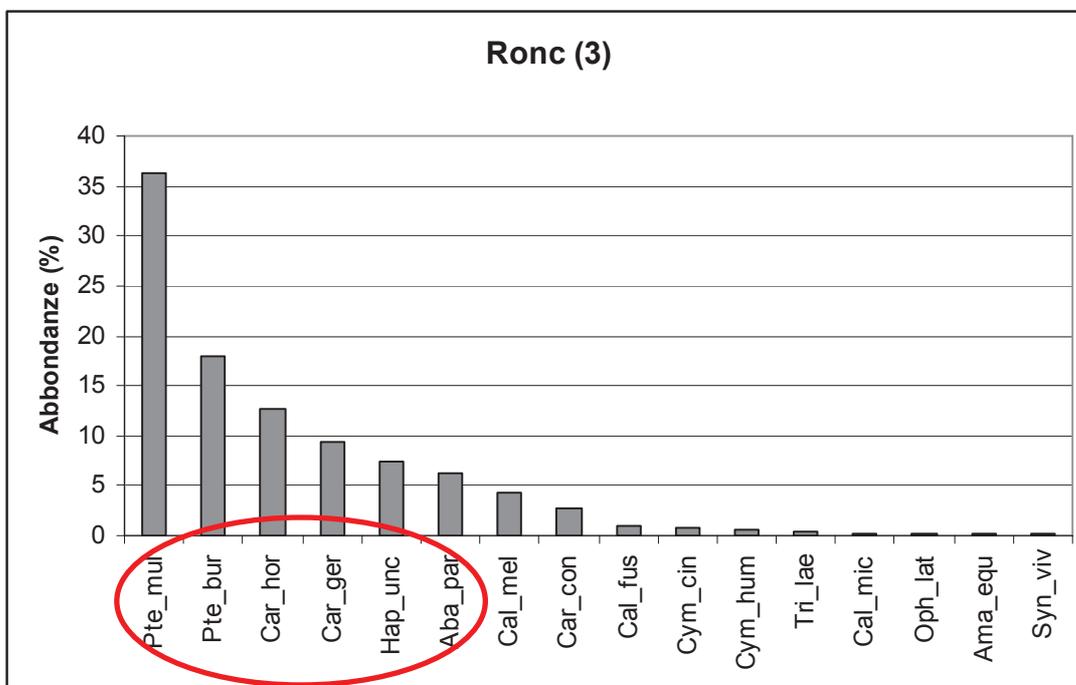
## Plan.



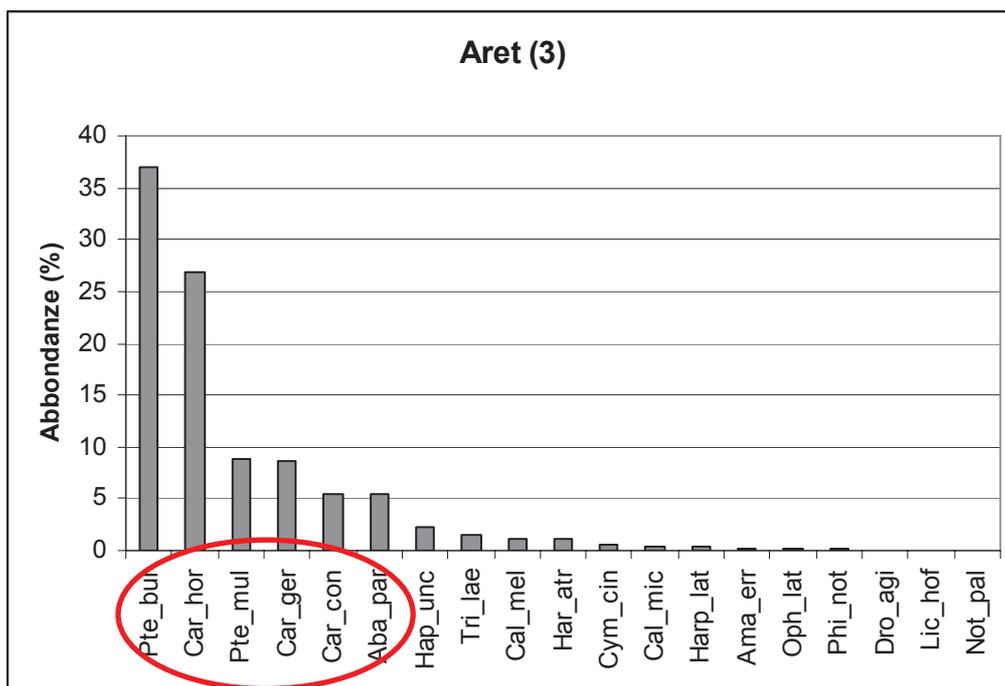
**Prabon.**



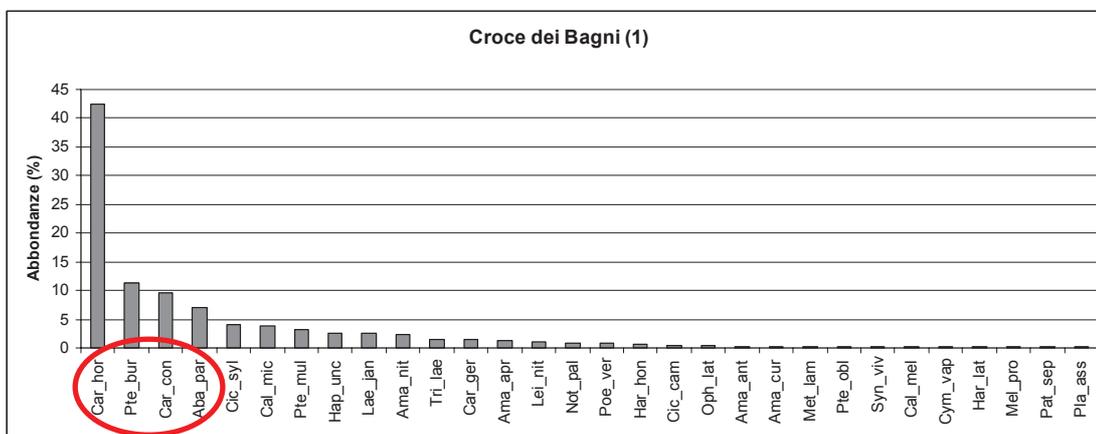
**Ronc.**



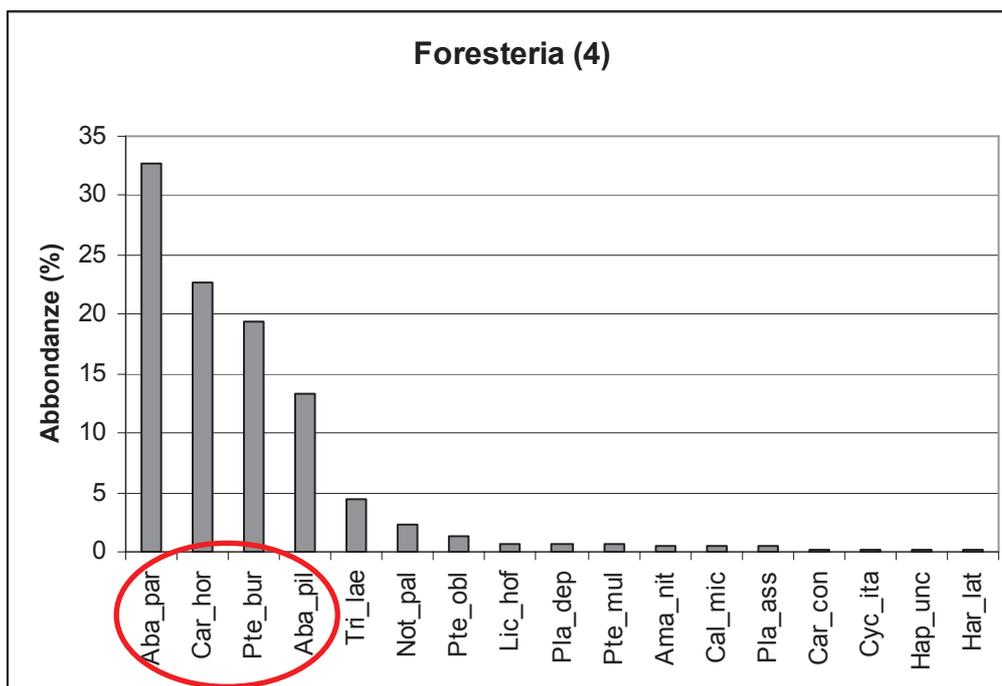
**Aret.**



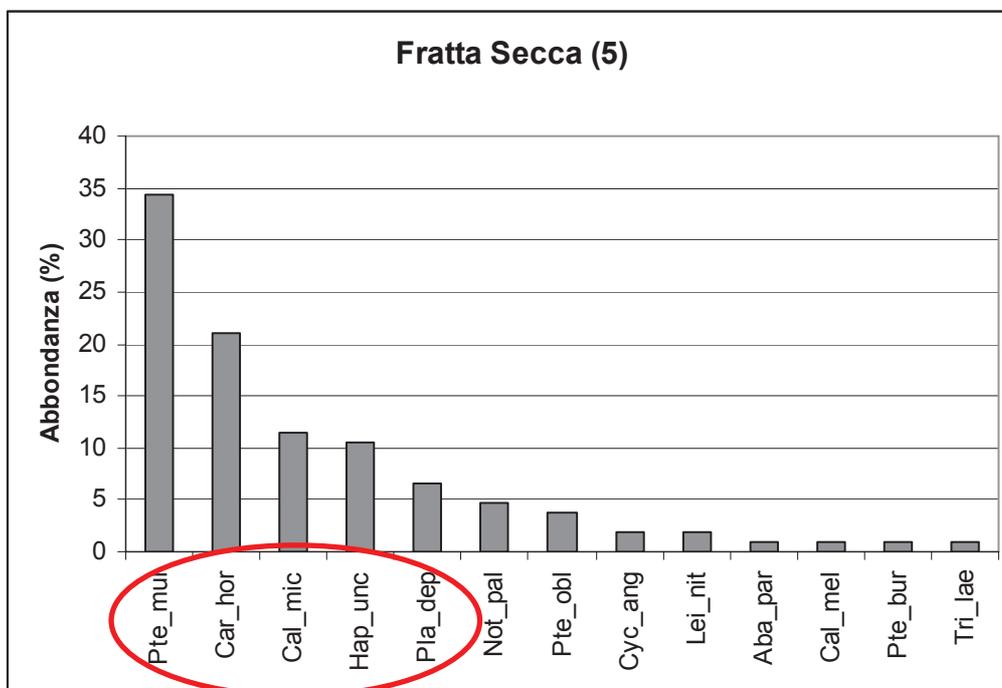
**Croce dei Bagni.**



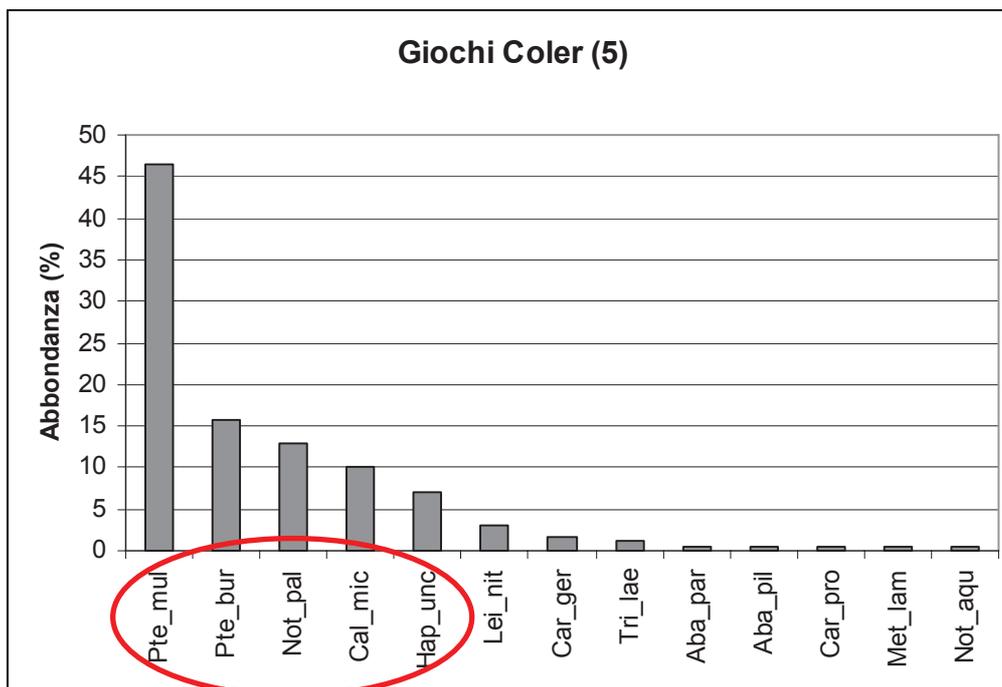
**Foresteria.**



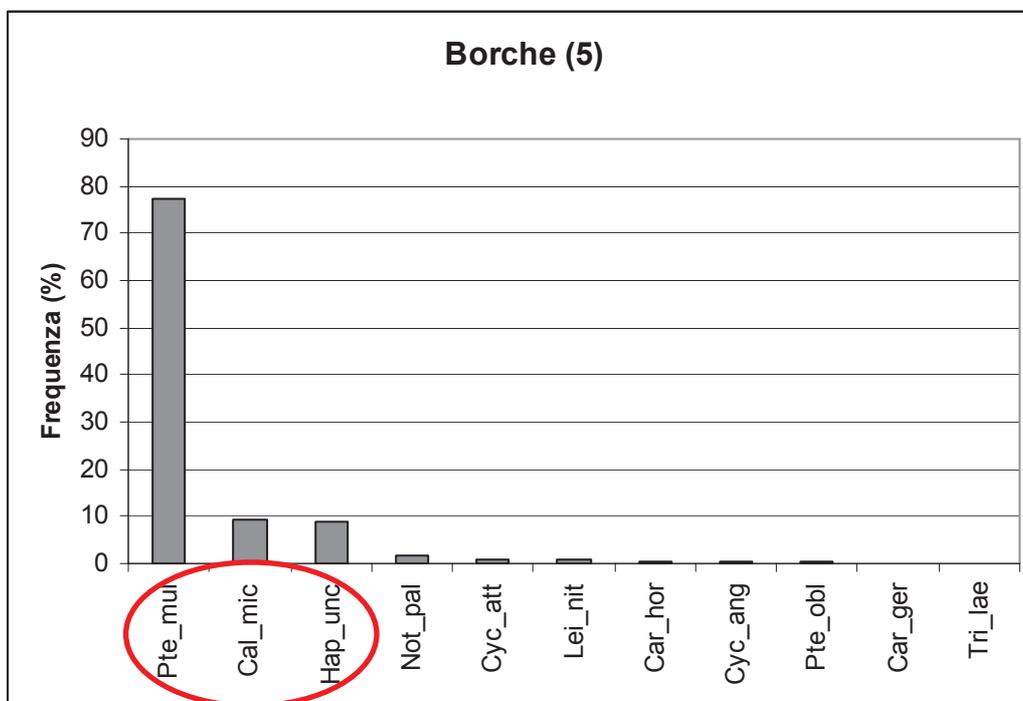
**Fratta Secca.**



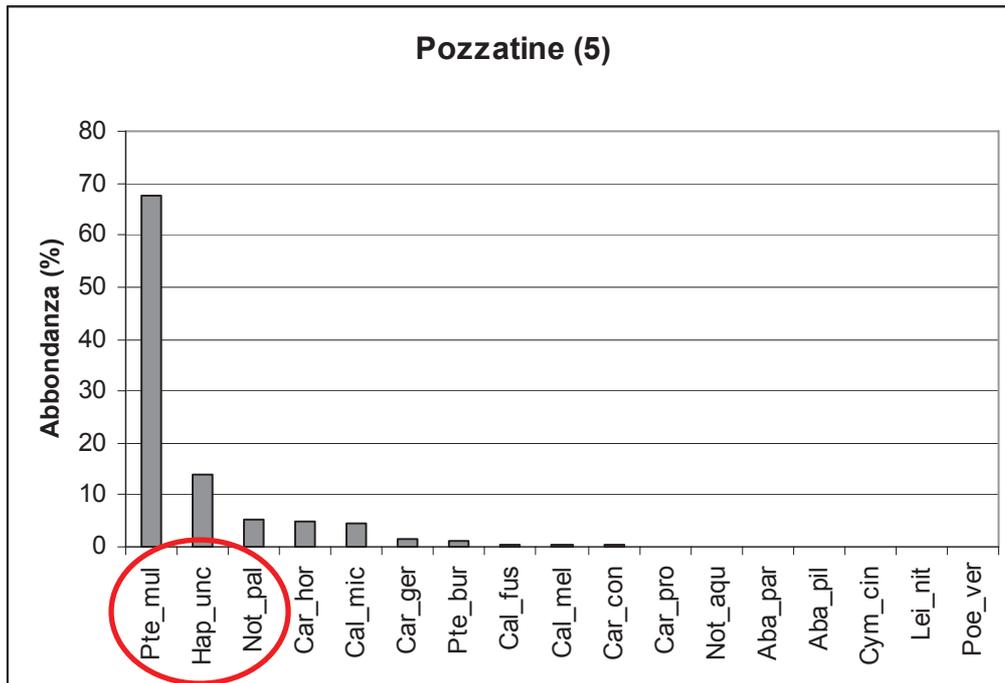
**Giochi Coler.**



**Borche.**

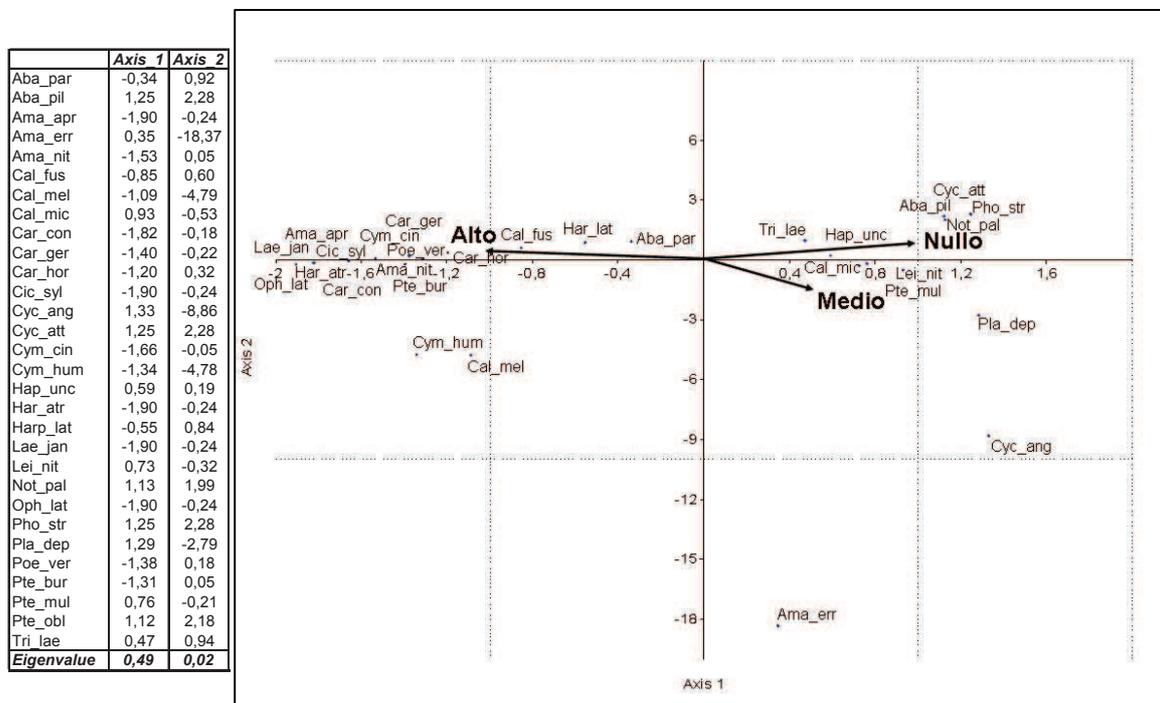


**Pozzatine.**



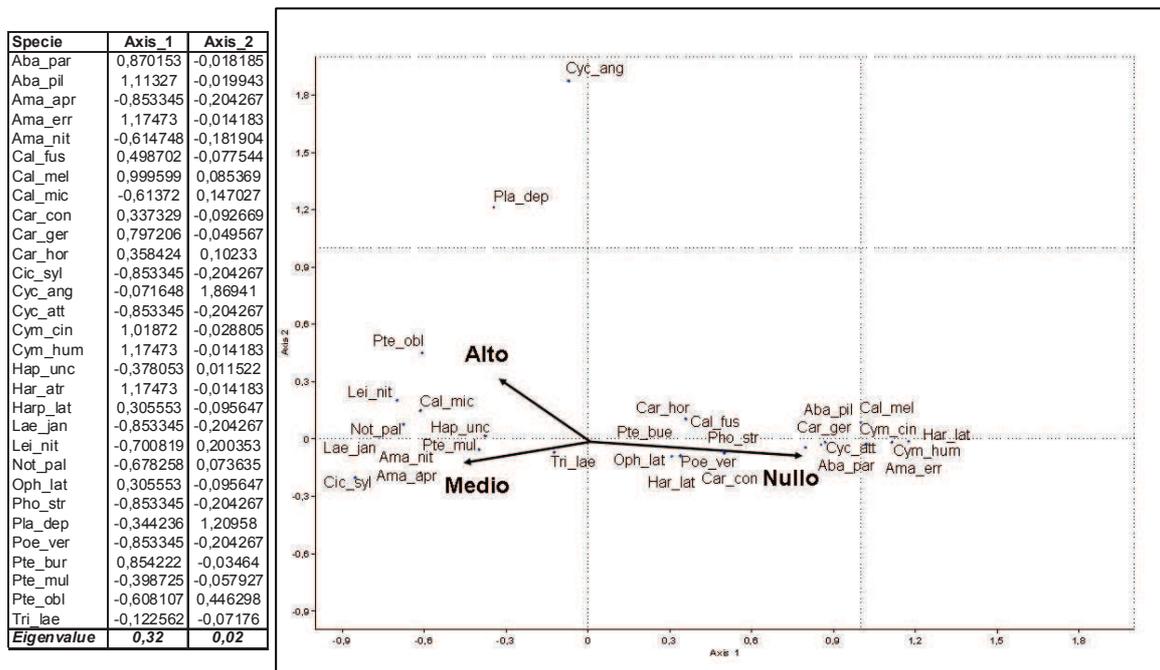
## Relazioni tra le specie e le variabili ambientali

## CCA\_Specie vs impatto fauna selvatica



L'analisi mostra come l'asse 1 della CCA esprima il massimo della varianza e come su di esso si distribuisca il gradiente di impatto da parte della fauna selvatica. Nel quadrante sinistro compaiono le specie favorite da un impatto alto, mentre nel quadrante destro quelle favorite da un impatto basso-nullo. Al primo gruppo appartengono circa quindici specie, mentre al secondo quasi dieci.

## CCA\_Specie vs impatto geo-idrologico



L'analisi mostra come l'asse 1 della CCA esprima il massimo della varianza e come su di esso si distribuisca il gradiente di impatto geo-idrologico. Nel quadrante sinistro compaiono le specie favorite da un impatto medio-alto, mentre nel quadrante destro quelle favorite da un impatto basso-nullo. Al primo gruppo appartengono circa dieci specie, mentre al secondo quasi quindici specie.

## SITI PRATIVI

### *Analisi*

Tutte le analisi statistiche sono state eseguite prendendo in considerazione le specie, gli individui e la frequenza di functional traits in ciascuna trappola impiegata nei campionamenti.

I valori percentuali corrispondenti alla frequenza di functional traits in ciascuna trappola sono stati trasformati in  $\arcsin \sqrt{p/100}$ , mentre i valori di quota e la superficie dei prati sono stati trasformati in logaritmo naturale (LN), il tutto per normalizzare i dati.

Il primo step è stato quello di eseguire l'analisi della correlazione di Pearson tra i functional traits e tra le variabili ambientali.

Successivamente si è provveduto a testare, mediante Analisi della Regressione Lineare l'effetto delle variabili ambientali sulla diversità di specie (Shannon Index) e sui funzional traits.

L'effetto delle variabili ambientali sulla distribuzione delle singole specie è stato testato mediante Canonical Correspondence Analysis (CCA) previa eliminazione delle specie con numero di individui inferiore a 5.

Infine è stata eseguita l'analisi della varianza (ANOVA) per confrontare la ricchezza di specie e la frequenza di funzional traits nelle differenti tipologie vegetazionali: prati sfalciati, prati pascolati, prati naturali.

Le analisi sono state eseguite utilizzando i seguenti programmi/software: Microsoft Excel, SPSS e PAST.

### *Risultati*

Nelle undici tipologie di prato, per un totale di 160 trappole, sono state censite 63 specie ripartite in 3520 individui.

Le specie più abbondanti (frequenza > 5%) sono *Poecilus (Poecilus) versicolor* (N = 833; 23.7%), *Pterostichus (Oreophilus) multipunctatus* (N = 473; 13.4%) e *Calathus (Neocalathus) melanocephalus* (N = 404; 11.5%).

**PRATI**

L'analisi della correlazione di Person compiuta sui functional trits mostra come essi siano autocorrelati positivamente. Considerando che le dimensioni corporee medie di una comunità sono positivamente correlate con la frequenza di specie brachittere, specie carnivore e specie a lento sviluppo si è deciso si tenere come unica variabile le dimensioni corporee.

**Correlations**

		arcsen_freq_ S_brachitteri	arcsen_freq_ S_carnivoros	arcsen_freq_ S_long development	Mean_length
arcsen_freq_S_brachitteri	Pearson Correlation	1	,337*	,696**	,891**
	Sig. (2-tailed)		,011	,000	,000
	N	56	56	56	56
arcsen_freq_S_carnivoros	Pearson Correlation	,337*	1	,385**	,533**
	Sig. (2-tailed)	,011		,003	,000
	N	56	56	56	56
arcsen_freq_S_long development	Pearson Correlation	,696**	,385**	1	,627**
	Sig. (2-tailed)	,000	,003		,000
	N	56	56	56	56
Mean_length	Pearson Correlation	,891**	,533**	,627**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	56	56	56	56

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

L'analisi della correlazione di Pearson compiuta sulle variabili ambientali mostra come quota e superficie non siano correlate mentre lo è il numero di sfalci con sia la quota che la superficie.

**Correlations**

		LOG_alt	LN_superficie (m quad)	Numero di sfalci/anno
LOG_alt	Pearson Correlation	1	,075	-,887**
	Sig. (2-tailed)		,585	,000
	N	56	56	56
LN_superficie (m quad)	Pearson Correlation	,075	1	,389**
	Sig. (2-tailed)	,585		,003
	N	56	56	56
Numero di sfalci/anno	Pearson Correlation	-,887**	,389**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,003	
	N	56	56	56

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Effetto delle variabili ambientali (quota, superficie dei prati e numero di sfalci annui) sui functional traits (dimensioni corporee) e sulla ricchezza di specie (indice di Shannon)**

L'analisi della regressione lineare mostra come le dimensioni medie corporee delle comunità non varino significativamente in relazione alle variabili ambientali. Tale analisi mostra invece come varia significativamente l'indice di Shannon e nello specifico Shannon varia negativamente con quota e positivamente con il numero di sfalci superficie dei prati.

**Coefficients<sup>a</sup>**

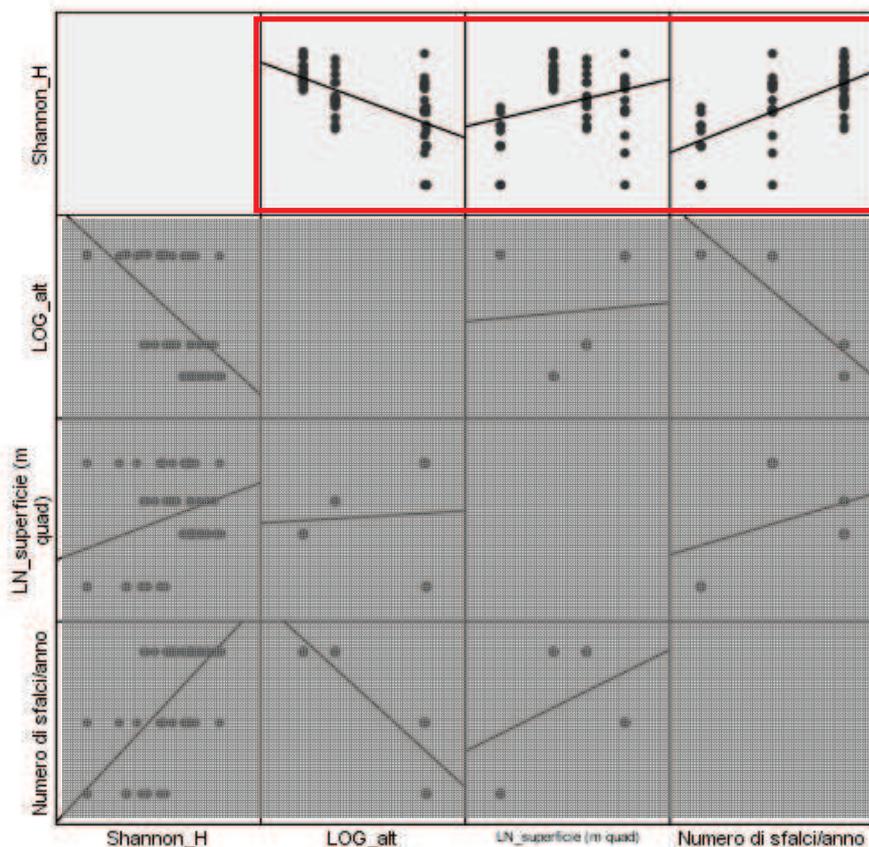
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	264,986	240,309		1,103	,275
	LOG_alt	-34,477	34,227	-,541	-1,007	,318
	LN_superficie (m quad)	,989	2,131	,356	,464	,645
	Numero di sfalci/anno	-7,664	8,023	-,582	-,955	,344

a. Dependent Variable: Mean\_length

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	82,057	28,672		2,862	,006
	LOG_alt	-11,605	4,084	-,307	-2,842	,006
	LN_superficie (m quad)	,732	,254	,682	2,880	,006
	Numero di sfalci/anno	-2,223	,957	-,924	-2,322	,024

a. Dependent Variable: Shannon\_H



**PASCOLI**

L'analisi della correlazione di Pearson compiuta sui functional traits mostra come essi siano auto-correlati positivamente (solo dimensioni corporee e frequenza di carnivori non mostrano correlazione significativa).

**Correlations**

		arcsen_freq_ S_brachitteri	arcsen_freq_ S_carnivoros	arcsen_freq_ S_long development	Mean length
arcsen_freq_S_brachitteri	Pearson Correlation	1	,361**	,401**	,665**
	Sig. (2-tailed)		,001	,000	,000
	N	89	89	89	89
arcsen_freq_S_carnivoros	Pearson Correlation	,361**	1	,684**	,192
	Sig. (2-tailed)	,001		,000	,072
	N	89	89	89	89
arcsen_freq_S_long development	Pearson Correlation	,401**	,684**	1	,250*
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,018
	N	89	89	89	89
Mean_length	Pearson Correlation	,665**	,192	,250*	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,072	,018	
	N	89	89	89	89

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

L'analisi della correlazione di Pearson compiuta sulle variabili ambientali mostra come la superficie dei pascoli, il carico di bestiame e la quota siano negativamente auto-autocorrelate.

**Correlations**

		LOG_alt	LN_superficie (m quad)	Carico bestiame
LOG_alt	Pearson Correlation	1	,561**	-,368**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	89	89	89
LN_superficie (m quad)	Pearson Correlation	,561**	1	-,819**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	89	89	89
Carico bestiame	Pearson Correlation	-,368**	-,819**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	89	89	89

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Effetto delle variabili ambientali (quota, superficie dei pascoli e carico di bestiame) sui functional traits (frequenza brachitteri) e sulla ricchezza di specie (indice di Shannon)**

L'analisi della regressione lineare mostra come i funzional traits non cambiano in relazione a superficie, quota e carico di bestiame dei pascoli (solo i brachietteri sono positivamente influenzati da carico di bestiame e negativamente dalla superficie), mentre l'indice di Shannon cambia in relazione alle variabili ambientali (negativamente quota, positivamente carico di bestiame e superficie)

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,775	3	,925	3,732	,014 <sup>a</sup>
	Residual	21,067	85	,248		
	Total	23,842	88			

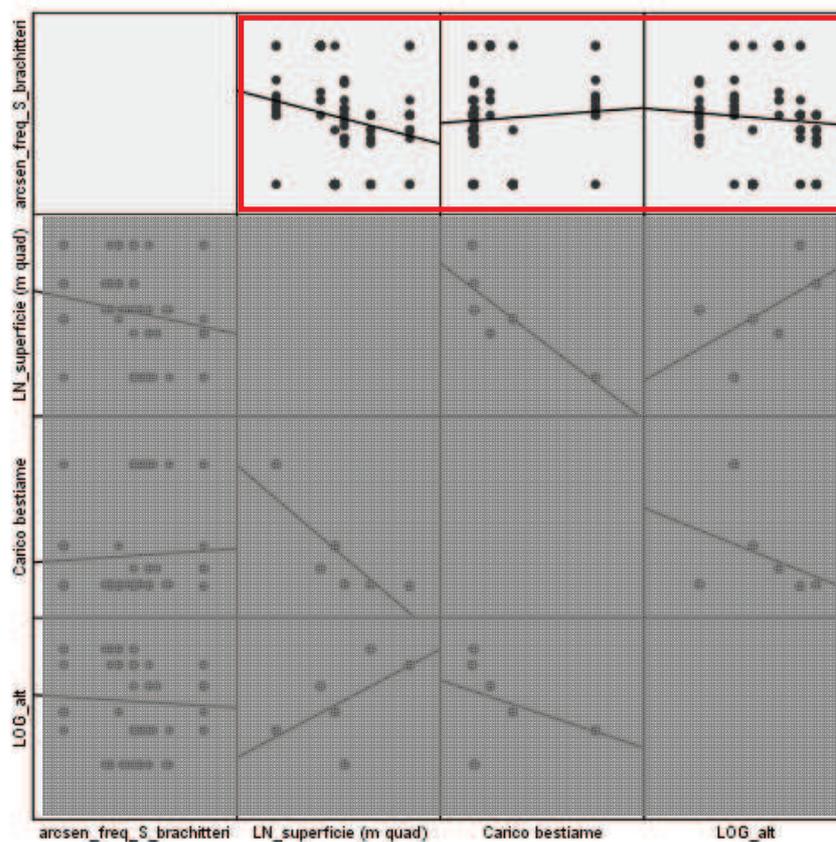
a. Predictors: (Constant), Carico bestiame, LOG\_alt, LN\_superficie (m quad)

b. Dependent Variable: arcsen\_freq\_S\_brachitteri

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,911	3,210		-,284	,777
	LOG_alt	,531	,464	,144	1,146	,255
	LN_superficie (m quad)	-,195	,060	-,658	-3,235	,002
	Carico bestiame	-,006	,003	-,414	-2,287	,025

a. Dependent Variable: arcsen\_freq\_S\_brachitteri



ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9,329	3	3,110	9,685	,000 <sup>a</sup>
	Residual	27,291	85	,321		
	Total	36,620	88			

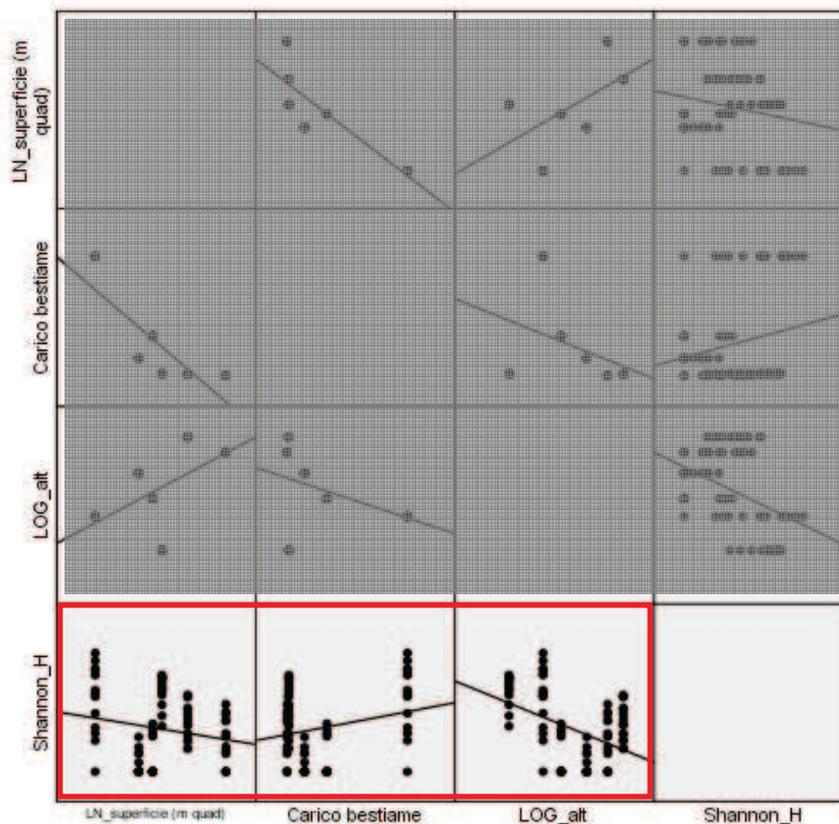
a. Predictors: (Constant), Carico bestiame, LOG\_alt, LN\_superficie (m quad)

b. Dependent Variable: Shannon\_H

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	17,841	3,654		4,883	,000
	LOG_alt	-2,534	,528	-,553	-4,800	,000
	LN_superficie (m quad)	,160	,068	,437	2,341	,022
	Carico bestiame	,007	,003	,384	2,310	,023

a. Dependent Variable: Shannon\_H

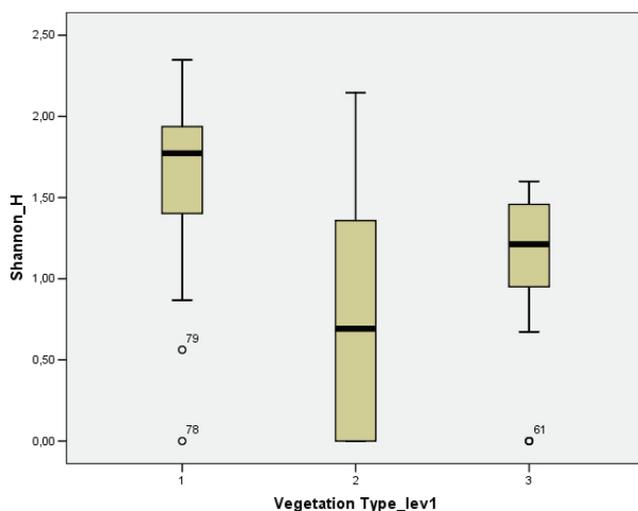


**SFACIO+PASCOLO+NATURALE**

L'analisi della varianza mostra come l'indice di Shannon e i functional traits (escluse le dimensioni corporee) cambiano in relazione alla tipologia gestionale. Nello specifico i prati (1) sono gli ambienti più biodiversi con la minor frequenza di specie brachittere, predatrici e a sviluppo larvale lungo. Pascolo (2) e aree naturali (3) non mostrano tra di loro differenze significative.

**ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Shannon_H	Between Groups	22,633	2	11,317	34,238	,000
	Within Groups	51,894	157	,331		
	Total	74,528	159			
arcsen_freq_S_brachitteri	Between Groups	3,534	2	1,767	9,501	,000
	Within Groups	29,195	157	,186		
	Total	32,728	159			
arcsen_freq_S_carnivorous	Between Groups	4,336	2	2,168	23,586	,000
	Within Groups	14,430	157	,092		
	Total	18,766	159			
arcsen_freq_S_long development	Between Groups	6,982	2	3,491	23,702	,000
	Within Groups	23,123	157	,147		
	Total	30,105	159			
Mean_length	Between Groups	65,418	2	32,709	1,790	,170
	Within Groups	2868,257	157	18,269		
	Total	2933,675	159			

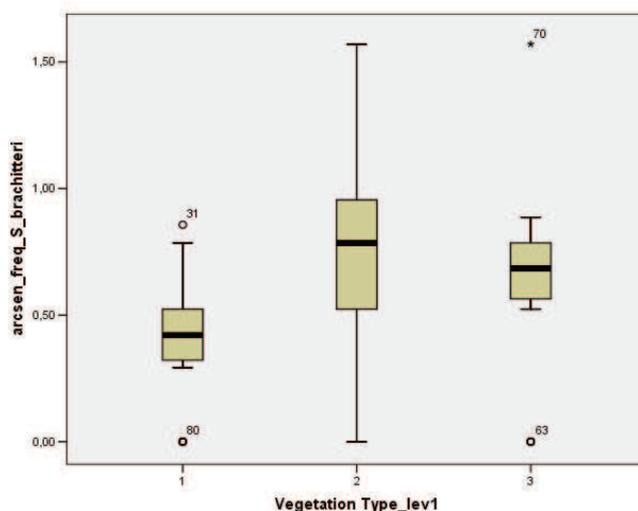


**Shannon\_H**

Tukey B<sup>a,b</sup>

Vegetation Type_lev1	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
2	89		,7744	
3	26		1,0799	
1	45			1,6445

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 41,713.  
 b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

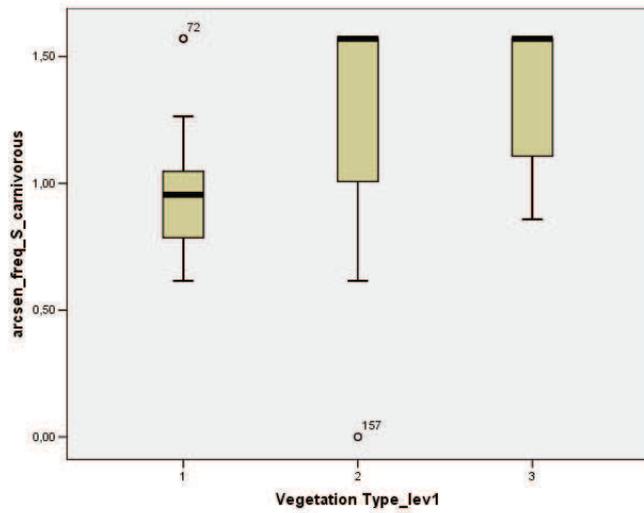


**arcsen\_freq\_S\_brachitteri**

Tukey B<sup>a,b</sup>

Vegetation Type_lev1	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	45		,4053
3	26		,6191
2	89		,7490

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 41,713.  
 b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



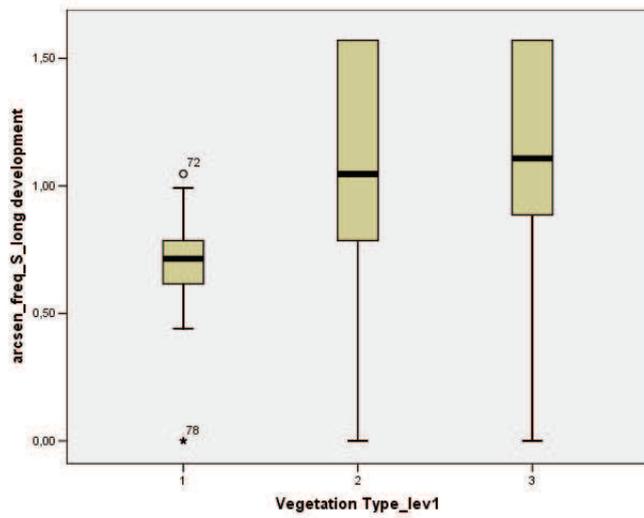
arcsen\_freq\_S\_carnivorous

Tukey B<sup>a,b</sup>

Vegetation Type_lev1	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	45	,9584	
2	89		1,2969
3	26		1,3879

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 41,713.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



arcsen\_freq\_S\_long development

Tukey B<sup>a,b</sup>

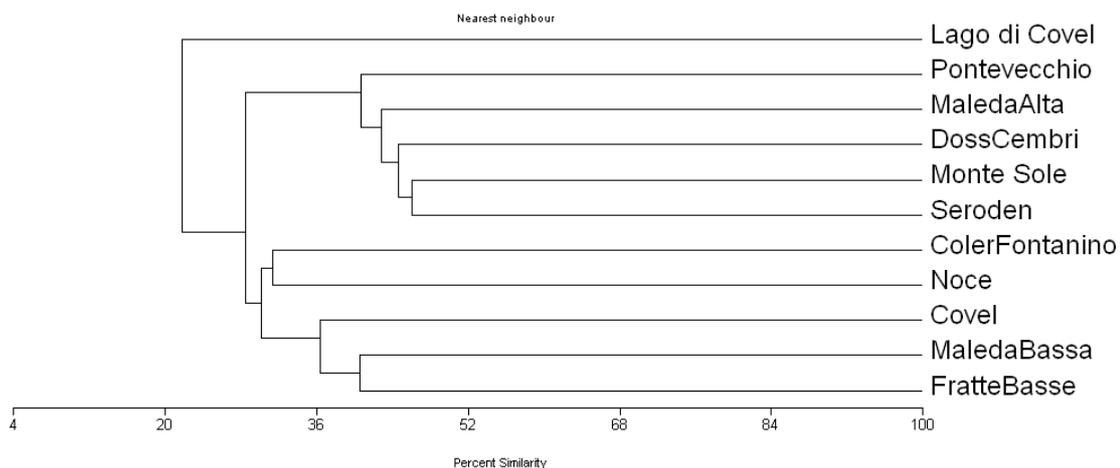
Vegetation Type_lev1	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	45	,6839	
3	26		1,0736
2	89		1,1634

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 41,713.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### Similarità nella composizione specifica tra i siti

L'analisi di similarità mostra come i siti non mostrino percentuali di similarità particolarmente alti poiché i valori maggiori rimangono comunque sotto il 50%. I siti che presentano la maggiore similarità (circa 40%) sono rispettivamente il pascolo d'alta quota di Monte Sole e Seroden la prateria alpina di Seroden. Il sito maggiormente differente da tutti gli altri è il prato umido Lago di Covel.



## Abbondanze specie-sito

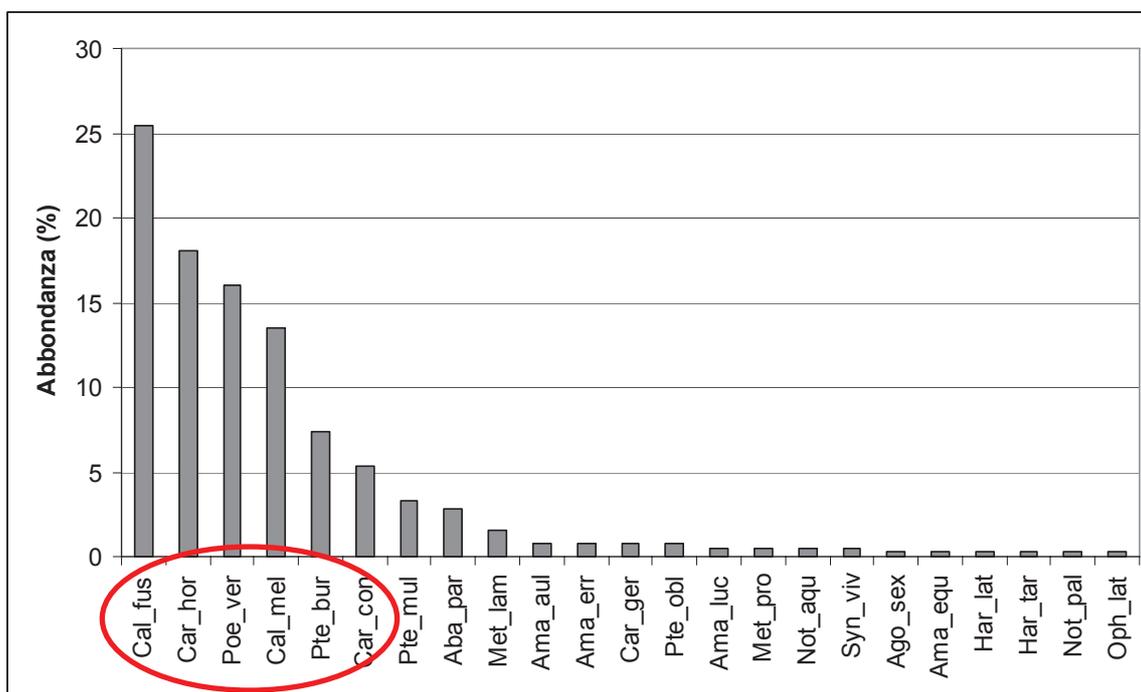
	FratteBasse	Seroden	Noce_	Monte_Sole	Lago_di_Covel	Covel	MaledaAlta	MaledaBassa	DossCembri	ColerFontanino	Pontevecchio
<b>S</b>	23	13	22	5	9	24	7	24	13	29	6
<b>N</b>	393	127	809	138	42	233	268	223	321	926	40
<b>Shannon_Index</b>	2,2	1,6	2,4	1,1	2,0	2,2	0,2	2,4	1,6	1,7	1,1
<b>Evenness</b>	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,4	0,2	0,5	0,4	0,2	0,5

La specie ubiquitaria risulta essere *Calathus (Neocalathus) melanocephalus*.

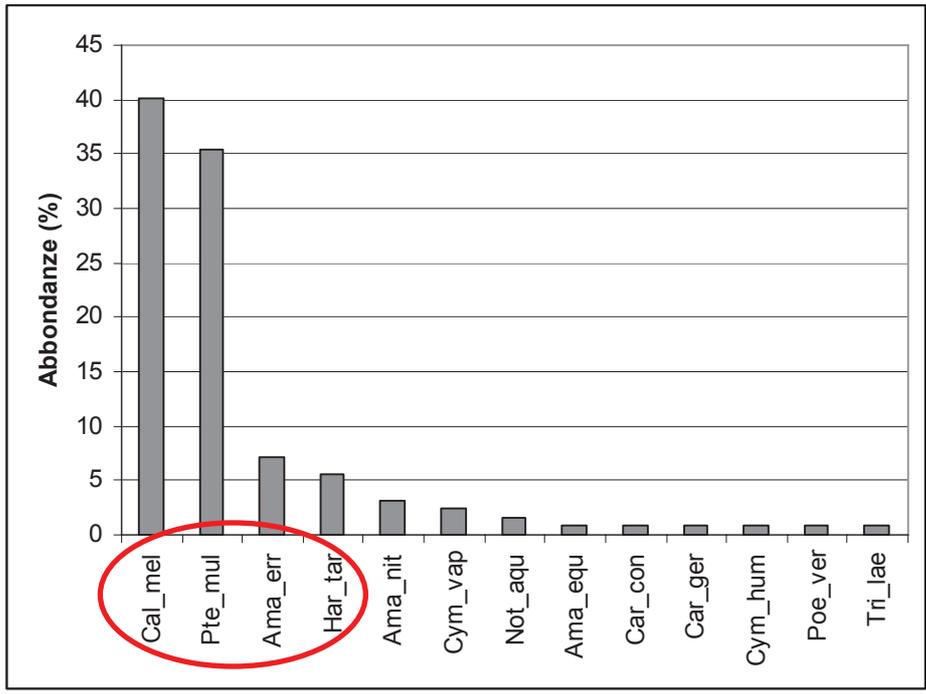
L'indice di Evenness mostra come tutte le tipologie di prato considerate possiedano valori di equiripartizione mediamente bassi (il valore più alto appartiene a Lago di Covel, 0.8) a testimonianza di una bassa equiripartizione degli individui all'interno delle singole specie.

Qui di seguito vengono riportati gli istogrammi indicanti informazioni inerenti la struttura della carabidocenosi in ciascun sito e quindi la frequenza di specie dominanti (freq > 5%), accessorie (freq = 2.1–5%), occasionali (freq = 1.1–2%) e rare (freq = 0–1%). Le specie dominanti sono cerchiare in rosso.

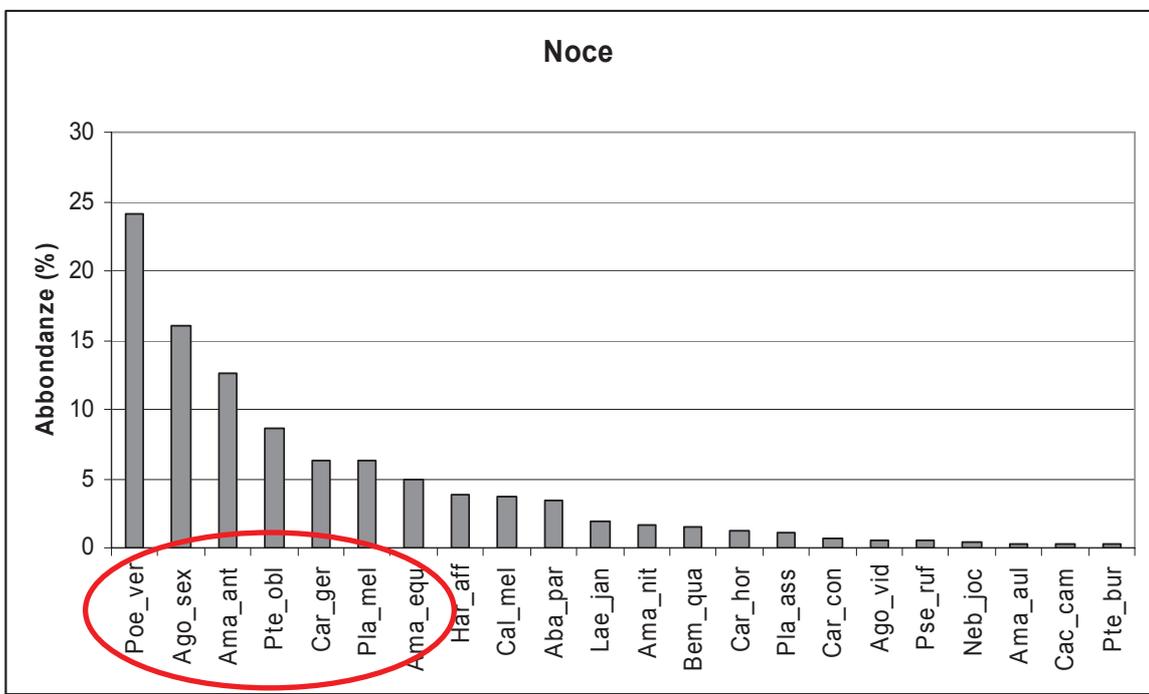
## Fratte Basse



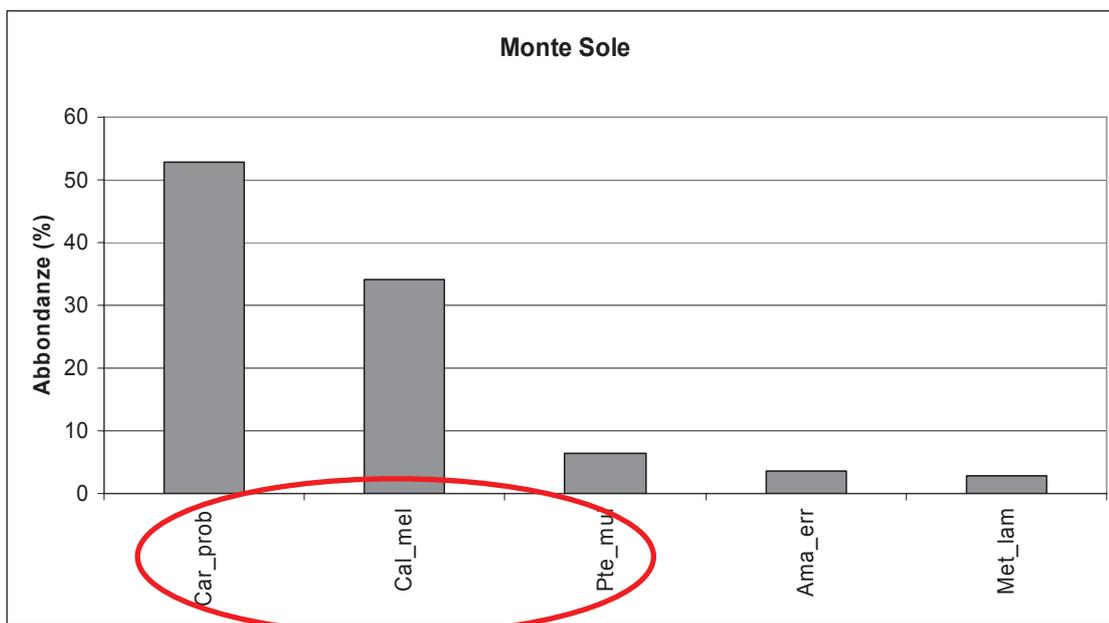
Seroden



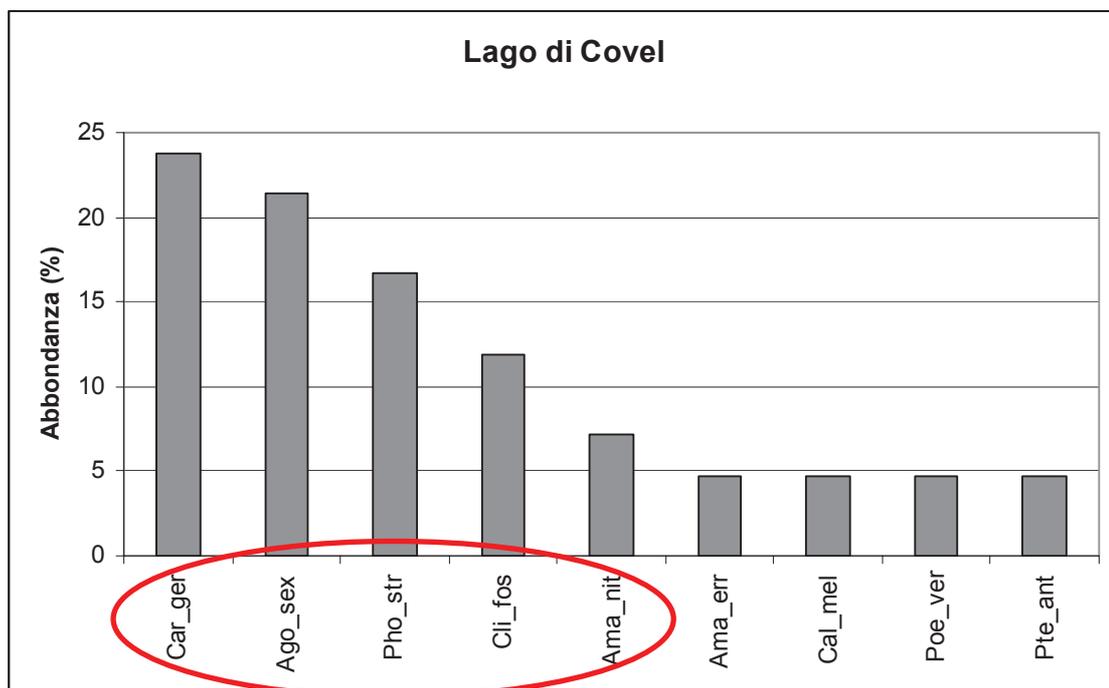
Noce



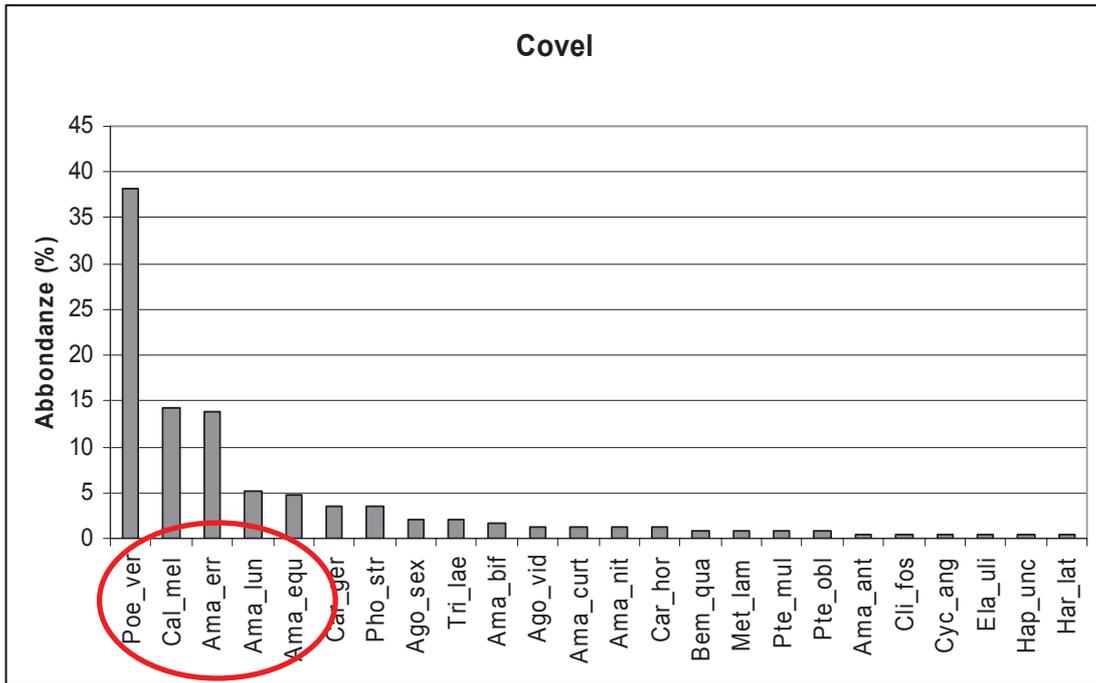
Monte Sole



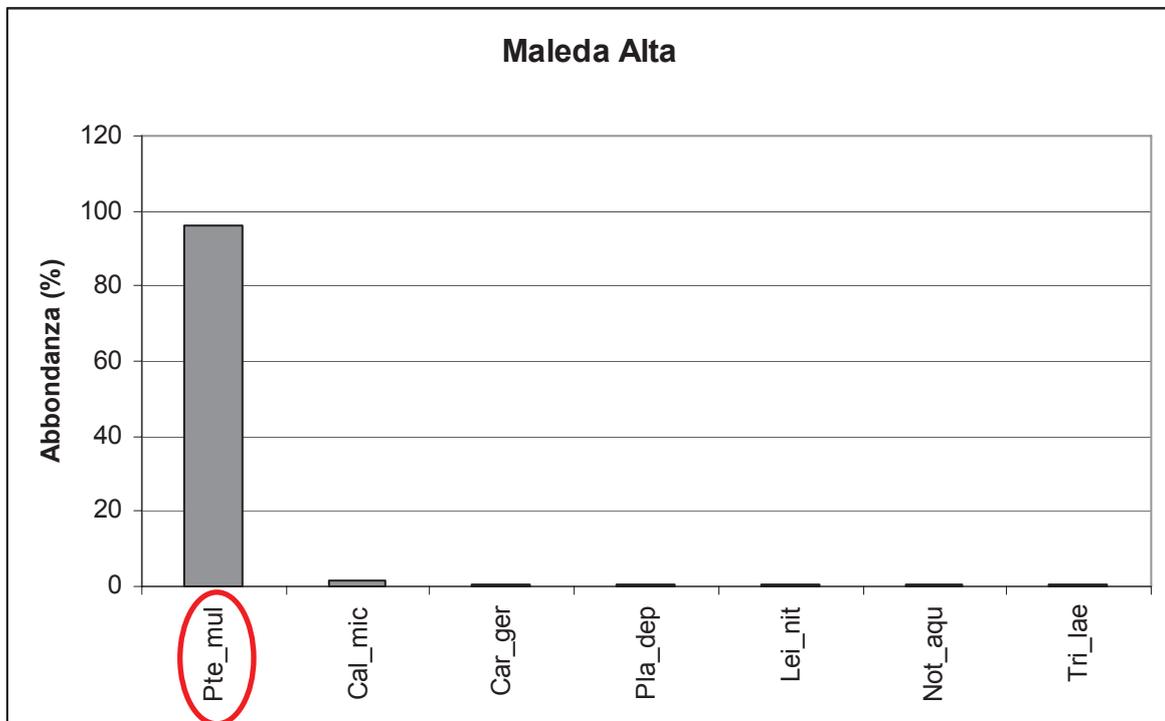
Lago di Covel



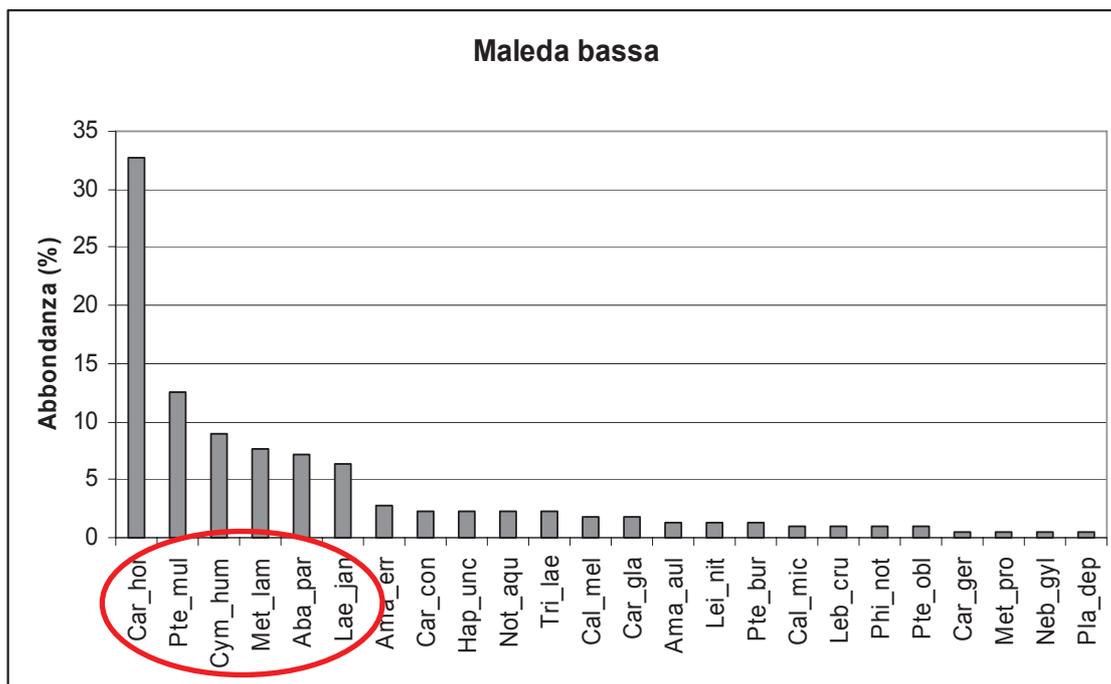
Covel



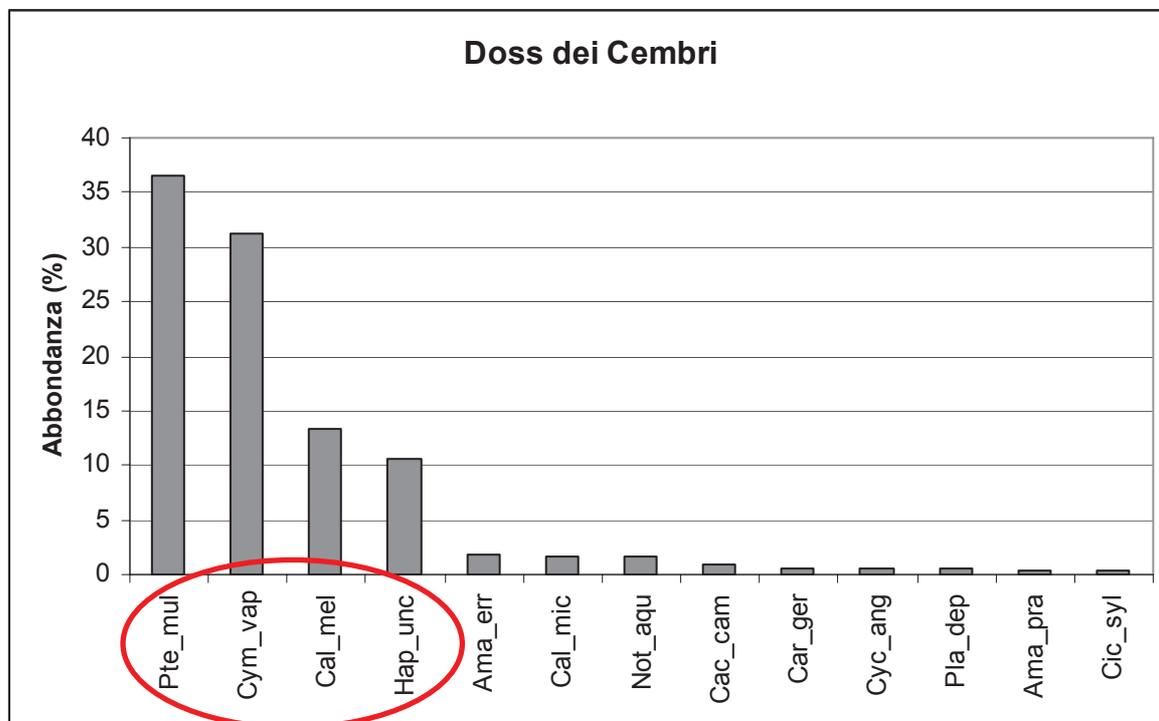
Maleda Alta



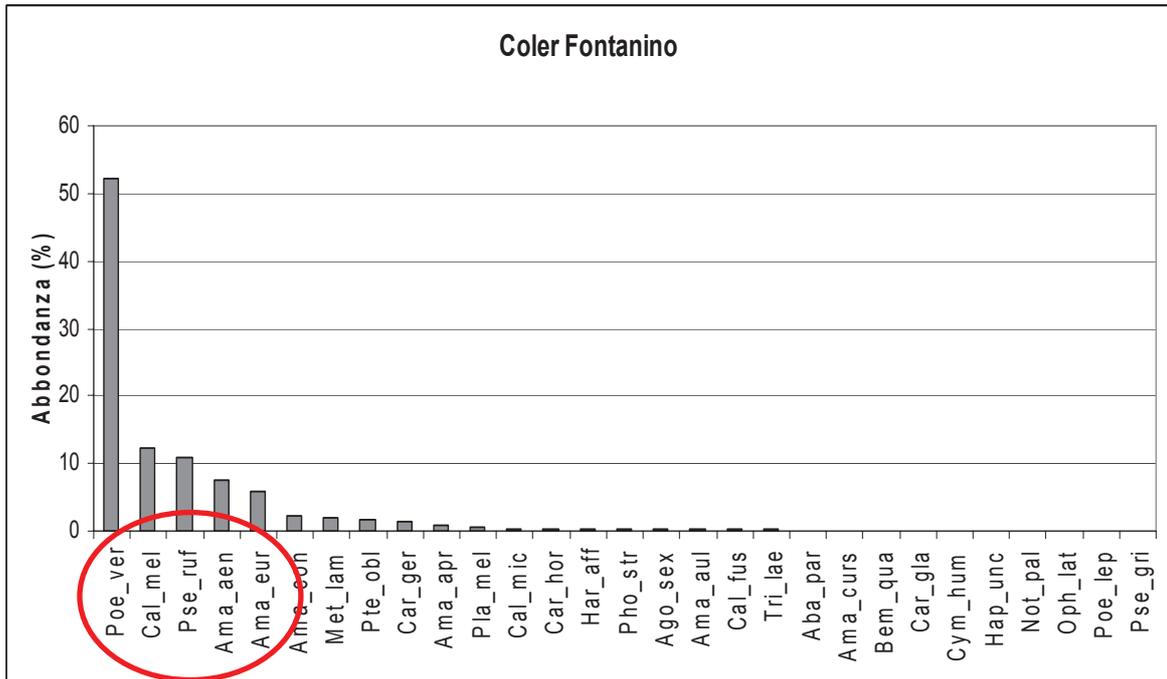
Maleda bassa



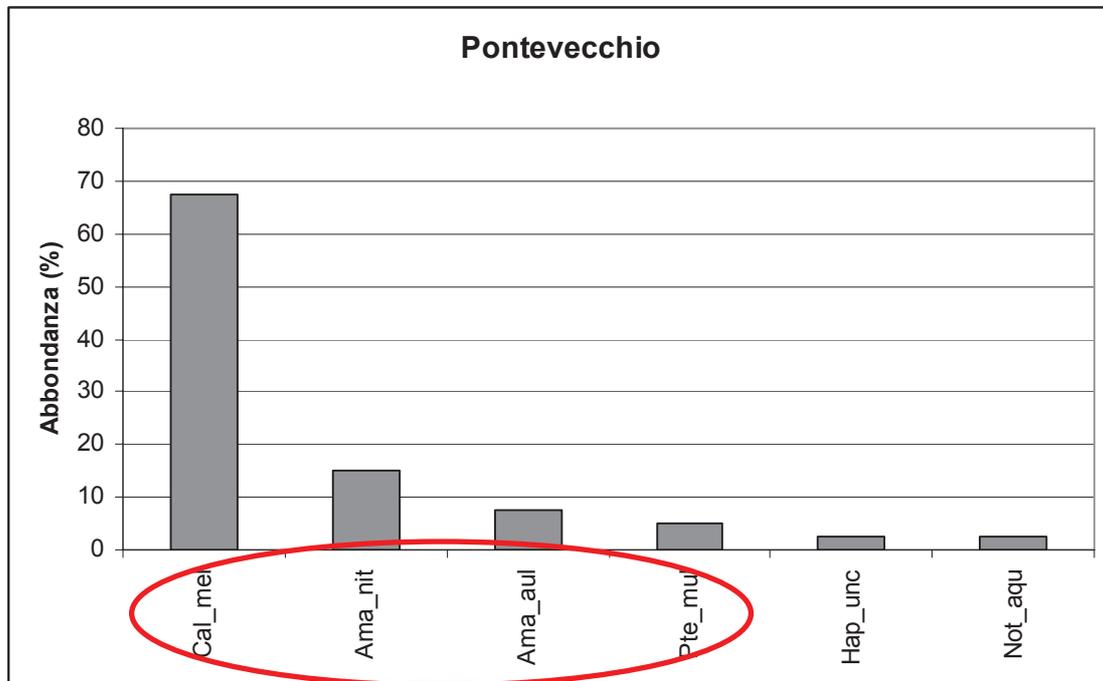
Doss dei Cembri



Coler Fontanino

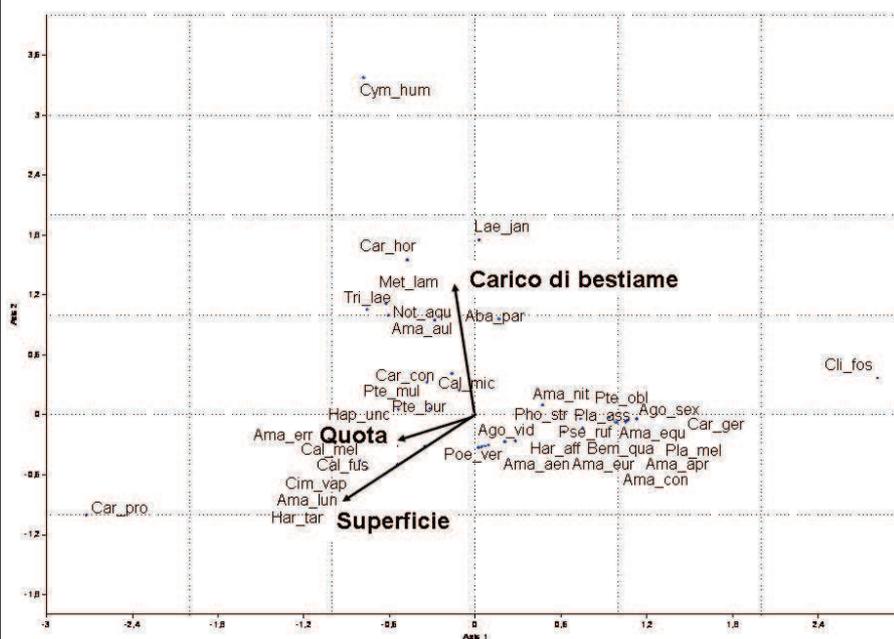


Pontevecchio



## Relazioni tra le specie e le variabili ambientali

	Axis 1	Axis 2
Aba_par	0,165829	0,954225
Ago_sex	1,13182	-0,045048
Ago_vid	0,285511	-0,26777
Ama_aen	0,043719	-0,327506
Ama_ant	1,04794	-0,064956
Ama_apr	0,09442	-0,312501
Ama_aul	-0,284435	0,937065
Ama_con	0,024453	-0,333208
Ama_equ	0,624384	-0,173809
Ama_err	-0,764141	-0,117612
Ama_eur	0,068017	-0,320315
Ama_lun	-0,754626	-0,544456
Ama_nit	0,473117	0,088946
Bem_qua	0,758169	-0,141632
Cal_fus	-0,349186	-0,321915
Cal_mel	-0,546769	-0,31732
Cal_mic	-0,163568	0,404744
Car_con	-0,33628	0,320443
Car_ger	0,938015	-0,033116
Car_hor	-0,474092	1,54597
Car_pro	-2,71556	-1,00578
Cli_fos	2,8178	0,36116
Cym_hum	-0,780033	3,36591
Cim_vap	-0,541407	-0,500179
Hap_unc	-0,535071	0,048444
Har_aff	0,979921	-0,082512
Har_tar	-0,808862	-0,469481
Lae_jan	0,03158	1,74449
Met_lam	-0,622605	1,10471
Not_aqu	-0,607212	0,991225
Pho_str	1,05401	-0,083176
Pla_ass	1,06561	-0,060255
Pla_mel	0,994982	-0,078601
Poe_ver	0,207501	-0,276501
Pse_ruf	0,071446	-0,32064
Pte_bur	-0,314992	0,051955
Pte_mul	-0,111948	0,245384
Pte_obl	0,741159	-0,047591
Tri_lae	-0,757442	1,04497
<b>Eigenvalues</b>	<b>0,44164</b>	<b>0,33399</b>



L'analisi mostra come le specie si distribuiscono lungo l'asse 1 e l'asse 2 della CCA. Le specie legate a siti alle quote maggiori e con la superficie maggiore sono circa 6, quelle favorite da un alto carico di bestiame sono 9. Tutte le altre sono legate a siti alle quote inferiori, di piccole dimensioni e con basso carico di bestiame.

## Discussione

Le 73 specie di carabidi censite all'interno del PNS rappresentano gran parte della fauna a carabidi delle Alpi Centrali. Questo valore di specie non è da ritenersi trascurabile, ma al contrario elevato considerato che: (i) le specie sono state campionate solo con trappole a caduta, (ii) la superficie del parco è per il 70% sopra i 2000 metri e (iii) sono stati campionati gli habitat più rappresentativi.

Di interesse faunistico e biogeografico è la presenza di *Cychrus italicus*, rinvenuto con un esemplare nel bosco misto di latifoglie di Foresteria. Questa è una specie endemica della penisola italiana, presente dalle Alpi Marittime alle Dolomiti e all'Aspromonte. È specie silvicola, prevalentemente montana, legata a boschi di latifoglie su suoli molto umidi. La sua dieta è strettamente elicofaga.

Di contro, una specie dominante ma rinvenuta in una sola stazione, il pascolo di Monte Sole, è *Carabus (Mesocarabus) problematicus*. In Italia è specie limitata alla catena alpina e all'Appennino settentrionale, popola ambienti xerici e la rarità di questi habitat lo portano ad essere difficilmente reperibile.



[www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de)

*Cychrus italicus*

(da: [www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de))

## BOSCHI

### Effetto delle variabili ambientali sulle carabidocenosi

Le analisi compiute sui siti forestali mostrano come la biodiversità espressa come indice di Shannon non varia significativamente tra i boschi di conifere quelli di latifoglie, ma diminuisce solo con l'aumentare della quota. Differentemente, i functional traits non sono influenzati dalla quota, ma dalla macro-tipologia di bosco. Le specie a basso potere di dispersione (brachittere) e predatrici (carnivore) risultano più abbondanti nei boschi di conifere rispetto a quelli di latifoglie. Questo è spiegabile con la maggiore instabilità ecosistemica dei boschi di latifoglie che nel PNS sono associati ad ambienti ripariali, alluvionali e canali, mentre i boschi di conifere sono posizionati su versanti meno soggetti a fenomeni perturbativi.

Confrontando singolarmente i siti e quindi ciascuna tipologia di vegetazione risulta che sia l'indice di Shannon che i functional traits variano in relazione ad essa. In generale il bosco di ontano bianco (Plan) è quello con la maggiore biodiversità (Indice di Shannon), ma con minore frequenza di specie brachittere e carnivore. Questo concorda con l'origine post alluvionale del bosco e la sua posizione che lo vede periodicamente coinvolto da fenomeni di esondazione. Tali fattori perturbativi portano ad avere una maggiore colonizzazione da parte di specie opportuniste e quindi specie ad alto potere di

dispersione e dieta generalista. Le laricete (Ron e Aret) sono gli ambienti con la minore biodiversità, ma insieme agli acero-frassineti (Foresteria) quelli con le specie di maggiori dimensioni. Questi risultati suggeriscono che gli ambienti stabili e con lettiera profonda come Foresteria, favoriscono la presenza di specie a ciclo vitale lungo e quindi di specie mediamente più grosse che negli altri siti.

L'impatto della fauna selvatica (sovra pascolamento di cervi e camosci) è particolarmente visibile sulla biodiversità, sulla frequenza di predatori e sulle dimensioni corporee delle specie. I siti altamente impattati (Aret, Ronc, Croce dei Bagni) sono quelli con la minore biodiversità, la minore frequenza di specie predatrici, ma la maggiore frequenza di specie di grosse dimensioni. La ricchezza di specie, ma la bassa equiripartizione delle stesse è indice di ambienti perturbati e aperti a periodiche colonizzazioni. Le dimensioni corporee medie più alte rispetto agli altri siti è giustificabile non con motivi ecologici, ma con la dominanza di *Carabus (Oreocarabus) hortensis* e *C. germarii*, specie euriedafiche che ben si prestano a divenire dominanti in condizioni di stress ambientale.

Similmente all'impatto della fauna selvatica, anche l'impatto geo-idrologico (fenomeni di instabilità di versante, alluvioni...) influisce sulla biodiversità e sui functional traits.

La biodiversità risulta maggiore nei siti fortemente impattati; probabilmente le comunità hanno sviluppato ottima resilienza a tali fattori di disturbo. L'effetto dell'impatto geo-idrologico non è invece ben spiegabile sui functional traits che variano, ma apparentemente senza una chiara spiegazione ecologica.

### **Carabidocenosi e dipendenza delle singole specie con le variabili ambientali**

L'analisi di similarità compiuta sui siti mostra come l'alneta (Plan) e il pecceta (Frattasecca) siano gli ambienti maggiormente differenti dagli altri. Tale risultato è dovuto all'alto livello di naturalità di Plan che non presenta alcuna gestione forestale ed è ricca di necromassa. Al contrario Frattasecca è una pecceta artificiale priva di sottobosco, quindi un ambiente poco strutturato e instabile.

L'analisi inerente l'effetto dell'impatto della fauna selvatica sulla distribuzione delle singole specie mostra come la presenza di sovra-pascolamento favorisca specie di foreste aperte e nello specifico euriedafiche come *C. hortensis* e termofile come *C.*, *Harpalus (Harpalus) atratus*, *Laemostenus (Laemostenus) janthinus*. È interessante notare anche la presenza di *P. burmeisteri* tipicamente definita come "silvicola igrofila" che, diversamente da quanto riportato in letteratura, diventa dominante anche in ambienti aridi e acidi come Aret e Ronc. Al contrario gli ambienti privi o con moderato impatto faunistico mostrano la presenza di specie indicatrici di ambienti stabili con suoli maturi come *P. unctulus*, *Pterostichus (Phonias) diligens*, e *Leistus (Leistus) nitidus*.

L'analisi inerente l'effetto dell'impatto geo-idrologico sulla distribuzione delle singole specie mostra come siano favorite le specie tipicamente legate ad ambienti alluvionali e ricchi di humus come *P. unctulus*, *Calathus (Neocalathus) micropterus* e *L. nitidus*. Diversamente, gli ambienti privi di questa tipologia di impatto favoriscono la

colonizzazione di specie legati ad ambienti più stabili anche se con un discreto grado di umidità.

### Specie chiave presenti in ciascuna tipologia di bosco

**Pan.** Questo sito è rappresentato da un bosco di almeno un secolo, di origine post-alluvionale. È un ambiente ad alta naturalità, presenta necromassa ed è privo di gestione forestale. È un'area soggetta a periodica esondazione del fiume. La vegetazione dominante è costituita da ontano bianco (alneto).

Il carabide più abbondante è *Trichotichnus (Trichotichnus) laevicollis* che è specie legata a un denso strato erbaceo vista la dieta spermofaga, seguita da *P. unctulatus* specie tipica di suoli evoluti, profondi, ricchi di nutrienti e a buona ritenuta idrica. È considerata specie indicatrice di suoli propriamente nemorali. Ulteriore specie chiave è *Pterostichus (Bothriopterus) oblongopunctatus* che è una specie tipica di suoli umidi e ricchi di humus; è legato a climi continentali.



In sequenza: *Trichotichnus laevicollis*, *Haptoderus unctulatus* e *Pterostichus oblongopunctatus*  
(da: [www.carabidae.ru](http://www.carabidae.ru))

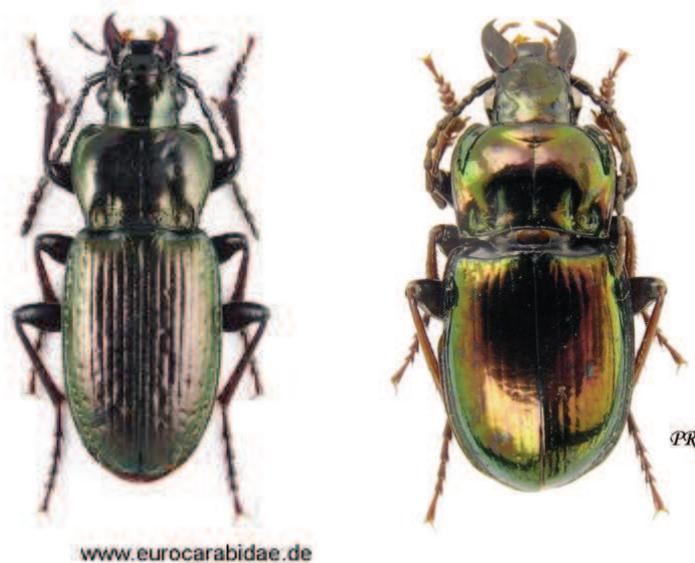
**Prabon.** Questo sito è rappresentato da una larice-cembreta. Dal punto di vista forestale è considerata zona di protezione e quindi senza interventi gestionali che l'ha portata ad una condizione di climax con una parziale risalita di abete rosso. È presente necromassa al suolo. Fino agli anni cinquanta era forse pascolata mentre oggi è zona di svernamento di camosci.

La specie dominante è *P. multipunctatus* che è una specie presente dai boschi di conifere fino alla prateria alpina, habitat di predilezione. La dominanza di *P. unctulatus* conferma la presenza suoli evoluti, profondi, ricchi di nutrienti e a buona ritenuta idrica. La presenza, tra i dominanti, di *C. micropterus* suggerisce un bosco molto umido, ma allo stesso tempo parzialmente aperto con sconfinamento in ambienti prativi subalpini pascolati.



(c) 2011 eurocarabidae  
*Calathus micropterus*  
(da: [www.eucarabidae.de](http://www.eucarabidae.de))

**Ronc e Aret.** Questi due siti sono laricete secondarie pascolate da almeno il 1200. Sono ambienti molto aridi, acidi e con molta luce al suolo. Sono gestiti mediante eliminazione di legno morto. Decenni fa era pascolato da animali domestici, ora il sovra-pascolamento da cervo e la gestione forestale determinano le condizioni di lariceta pura anche se l'ambiente tende ad una naturale evoluzione verso abete rosso. Le specie dominanti coprono differenti tipologie di habitat e di ecologia. Degno di nota è sicuramente la presenza di *P. multipunctatus* e *P. burmeisteri*, specie ecologicamente distinte (la prima raggiunge i picchi di abbondanza in prateria alpina, mentre la seconda in faggeta), ma che colonizzano ambienti particolarmente perturbati come le laricete pure per opera antropica. La presenza di *P. burmeisteri*, *C. hortensis* e *P. unctualtus* indicano la presenza di un suolo parzialmente fresco e umido pronto per poter supportare un vegetazione più strutturata.



In successione: *Pterostichus multipunctatus* e *Pterostichus burmeisteri*

**Croce dei bagni.** Questo sito è rappresentato da un bosco misto con dominanza di ontano bianco. Presenta necromassa al suolo ed è soggetto alla frequenza di frane in quanto area a dissesto idrogeologico. È un ambiente non ceduo e relativamente giovane. All'interno vi sono impianti di acero montano, frassino col fine di per mantenere la latifolia. Infine è un'area sovra-pascolata da cervo.

I carabidi dominanti sono tutti tipicamente specie nemorali euriedafiche che gravitano dai boschi di latifoglie (habitat di predilezione) a quelli di conifere come per la specie dominante *C. hortensis*.



*Carabus hortensis*  
(da: [www.coleoptera.ic.cz](http://www.coleoptera.ic.cz))



*Abax parallelepipedus*  
(da: [www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de))

**Foresteria.** Questo sito circa un secolo fa non era bosco, ma campi di cereali quindi un ambiente alta insolazione. Ora è un bosco di nocciolo, ontano bianco, salicene e pioppo tremulo. È un ambiente lasciato ad una dinamica naturale e presenta lettiera profonda.

La specie di carabide maggiormente dominante è *Abax (Abax) parallelepipedus* che è tipicamente legata alla fascia montana e raggiunge il massimo dell'abbondanza in ambienti con suoli evoluti e abbastanza umidi con elevata stabilità. Ad essa si uniscono *C. hortensis*, *P. buermeisteri* e *Abax (Abax) pilleri* a conferma della naturalità del sito.

**Fratta Secca, Giochi Coler, Borche e Pozzatine.** Questi siti sono caratterizzati dalla presenza di peccete artificiali o di caolinizzazione post-pascolo. Le specie dominanti sono tipicamente euriedafiche di boschi aperti come *P. multipunctatus* e *P. unctulatus*.

## **PRATI DA SFALCIO**

### **Effetto delle variabili ambientali sulle carabidocenosi**

Le analisi compiute sui prati mostrano come la biodiversità (espressa come indice di Shannon) all'interno di ciascuna tipologia di prato da sfalcio è determinata contemporaneamente dalla quota alla quale si trova il prato, dalla sua estensione e dal numero di sfalci annuali. I prati alle quote più alte, come noto possiedono valori di ricchezza di specie più bassi. La superficie dei prati e un alto numero di sfalci portano a valori più alti di biodiversità a conferma che una superficie maggiore può ospitare più specie ed è aperta ad una maggiore colonizzazione, tale colonizzazione aumenta dopo fattori di disturbo come lo sfalcio che favorisce l'ingresso di specie opportuniste. Differentemente i functional traits sono influenzati da nessuna delle variabili ambientali considerate

## **PASCOLI**

### **Effetto delle variabili ambientali sulle carabidocenosi**

Le analisi compiute sui pascoli mostrano come, similmente ai prati da sfalcio, la biodiversità diminuisce con la quota. Differentemente dai prati la biodiversità diminuisce anche con l'aumentare della superficie dei pascoli. Tale risultato è spiegabile con la correlazione positiva che c'è tra quota ed estensione dei pascoli: alle quote maggiori è necessario avere pascoli più grandi poiché la produttività degli stessi è inferiore a quella dei pascoli alle quote inferiori. I risultati mostrano inoltre che i siti con maggiore carico di bestiame sono quelli che ospitano la maggiore biodiversità.

## **SFALCIO+PASCOLO+PRATO NATURALE**

### **Effetto delle variabili ambientali sulle carabidocenosi**

Il confronto eseguito tra le tre differenti tipologie gestionali dei prati mostra come pascoli e prati naturali siano gli ambienti più simili per biodiversità e frequenza di functional traits. I prati, rispetto al pascolo e i prati naturali possiedono una maggiore biodiversità a testimonianza che sono ambienti il cui fattore di disturbo (sfalcio) è periodico e limitato nel tempo, a differenza del pascolo che è costante. I valori inferiori di biodiversità dei prati naturali rispetto a quelli da sfalcio è legata alla condizione di climax che comporta comunità più strutturate, ma meno ricche di specie.

### Specie chiavi presenti in ciascuna tipologia di prato

**Fratte Basse.** Questo sito è rappresentato da un pascolo, ed è il pascolo considerato posto alla quota più bassa (1450 m). La presenza di *Calathus (Calathus) fuscipes* e di *P. burmeisteri* tra le specie dominanti porta a supporre che il suolo sia a buona ritenuta idrica e che quindi mantenga un buon livello di umidità probabilmente dovuto anche alla esposizione (NE) termicamente favorevole. *P. burmeisteri* nella zona assiale delle Alpi si concentra in pascoli secondari e di questi ne è quindi indicatore.



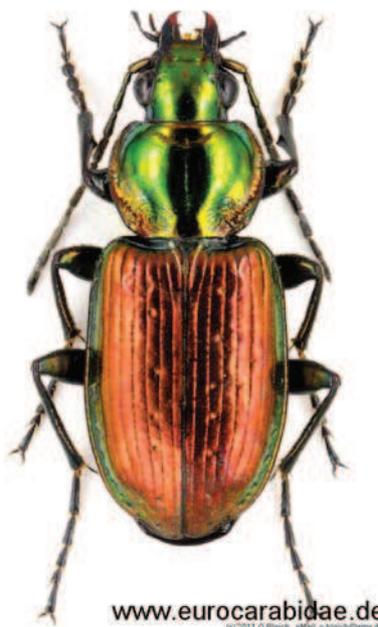
*Calathus fuscipes latus*  
(www.carabidae.ru)

**Seroden.** Questo sito è rappresentato da un pascolo, ed è il pascolo considerato posto alla quota più alta (2200 m). La specie più abbondante è *C. melanocephalus*. Questa specie raggiunge la massima abbondanza sui suoli duri, compatti (compattati anche dalla presenza di bestiame). La presenza di *Amara (Celia) erratica* è indice di una copertura erbacea medio-alta, forte innevamento e buona ritenuta idrica. La presenza di questa specie unita a *P. multipunctatus* indica la connessione con la prateria alpina dove *P. multipunctatus* diviene dominante (v. Doss dei Cembri).



In successione: *Calathus melanocephalus* e *Amara erratica* (da: www.eurocarabidae.de)

**Noce.** Questo è un sito caratterizzato dalla presenza di un prato da sfalcio e tra questa tipologia di prati è quella alla quota inferiore (1257 m). L'abbondanza di *P. versicolor* indica che il sito è abbastanza umido con suolo a buona ritenuta idrica ed è considerata specie guida di campi e colture. A conferma della condizione di prato umido del sito c'è la dominanza di *Agonum (Olisares) sexpunctatum* che è specie igrofila frequente negli habitat che vedono l'attraversamento di un fiume con acque fredde.



In successione: *Poecilus versicolor* e *Calathus sexpunctatum* (da: [www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de))

**Monte Sole.** Questo sito è caratterizzato da un pascolo d'alta quota.

È interessante la presenza di *C. problematicus* come specie dominante. È una specie notturna e termofila di ambienti relativamente xerici, rinvenuta in questa unica stazione che infatti possiede esposizione SE. Sulla catena alpina frequenta radure e pascoli d'alta quota e la sua presenza limita quella di altre potenziali specie come *C. hortensis* e *C. glabratus*.

Lavori di letteratura evidenziano come le popolazioni possano essere negativamente influenzate da condizioni di sovrappascolo, per questo motivo il pascolo in oggetto assume interesse faunistico e naturalistico. La sua dieta è a base di lombrichi, chiocciole e larve di lepidotteri nottuidi (Noctuidae).



*Carabus problematicus*  
(da: [www.coleoptera.ic.cz](http://www.coleoptera.ic.cz))

**Lago di Covel.** Questo sito è rappresentato da un prato umido (confinante con lago sottoposto ad interrimento e quindi in transizione con torbiera). La specie dominante è *C. germari*, specie termofila la cui presenza sulle Alpi si restringe a radure e pascoli secondari. La presenza di suoli a buona ritenzione idrica e umidi poiché in prossimità di corsi d'acqua e pozze è confermata da *A. sexpunctatum*, mentre *P. strenuus* e *Clivina (Clivina) fossor* indicano il periodico innalzamento del livello del lago tale da coprire parte del prato.



www.eurocarabidae.de



www.eurocarabidae.de



www.eurocarabidae.de

In sequenza: *Carabus germari*, *Phonias strenuus* e *Clivina fossor* (da: www.eurocarabidae.de)

**Covel.** Questo sito è caratterizzato dalla presenza di un prato da sfalcio.

Specie dominante e guida per questa tipologia gestionale è *P. versicolor*; si segnala anche la presenza di *Amara (Amara) lunicollis* che è una specie di biotopi aperti erbacei della fascia montana e subalpina abbondante su terreni particolarmente umidi. La presenza di *A. erratica* testimonia una copertura erbacea medio-alta a testimonianza di uno sfalcio non frequente e invasivo.



www.eurocarabidae.de

*Amara lunicollis*  
(da: www.eurocarabidae.de)

**Maleda Alta.** Questo è un sito caratterizzato da un pascolo posto a quota mediamente alta (1930 m) e degradante in un macereto. Unica specie dominante è *Pterostichus multipunctatus* a testimonianza che l'impatto del pascolo è relativamente basso e quindi favorisce l'abbondanza di una specie guida della prateria alpina.

**Maleda Bassa.** Come Maleda alta anche questo è un pascolo, posto però a una quota più bassa (1650 m) e presenta il medesimo carico di bestiame. Specie dominante è *C. hortensis* probabilmente a causa della ridotta superficie del pascolo (è il più piccolo tra quelli considerati) e quindi l'ingresso della specie dai boschi limitrofi. Abbondanti sono anche due specie ecologicamente poco affini: *Cymindis (Cymindis) humeralis* e *Metallina (Metallina) lampros*. La prima è tipica di ambienti prativi piuttosto soleggiati e con un certo grado di aridità; la seconda invece è tipicamente ripicola o comunque di ambienti umidi e la sua presenza è legata al confinamento del pascolo con un torrente.



[www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de)  
©/2011 © Borch, Kahl & Steiner@pmn.de



[www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de)  
©/2011 © Borch, Kahl & Steiner@pmn.de

In sequenza: *Cymindis numeralis* e *Metallina lampros*

**Doss dei Cembri.** Questo sito è rappresentato da una prateria alpina a contatto con la treeline. È il sito alla quota maggiore campionato (2290 m).

Le specie dominanti sono quelle propriamente tipiche e guida della prateria alpina. Nello specifico *Cymindis (Tarulus) vaporariorum* è una specie dominante che si concentra nelle praterie più xeriche e poco innevate, su suolo moder, acido e ricco di ericacee. L'abbondanza di *P. unctulatus* è invece legata alla presenza di un suolo evoluto e pronto ad ospitare una vegetazione arborea a copertura medio-alta.



[www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de)

*Cymindis vaporariorum*  
(da: [www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de))

**Coler Fontanino.** Questo sito è rappresentato da un prato da sfalcio.

La dominanza di *Pseudoophonus (Pseudoophonus) rufipes* e *Amara (Amara) aenea* fanno supporre la presenza di un discreto livello di instabilità del sito (probabilmente determinato dal numero di sfalci su unità di superficie) che porta ad avere abbondanza di due specie a dita tipicamente opportunista e che nei siti di bassa quota tendono a colonizzare ambienti addastanza degradati quali per esempio le monocolture. La dominanza di *P. cupreus* suggerisce la presenza di una densa cotica erbosa



[www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de)



[www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de)

In sequenza: *Pseudoophonus rufipes* e *Amara aenea*

**Pontevecchio.** Questo sito è caratterizzato dalla presenza di un pascolo. La specie dominante è *C. melanocephalus* specie considerata indicatrice di calpestio ad opera di bestiame e di suolo particolarmente compatto.

## GLI STAFILINIDI (Coleoptera Staphylinidae)

I coleotteri stafilinidi sono insetti epigei che formano taxocenosi in tutti gli ecosistemi terrestri e semiterrestri e costituiscono una delle componenti più abbondanti della mesofauna del suolo, in genere come predatori, più raramente come saprofiti. La specializzazione morfologica è quindi la ricchezza di tipi morfoecologici li rende dei buoni bioindicatori di qualità ambientale (Latella e Gobbi, 2008).



### Analisi dei dati

Una volta realizzato il database specie-sito per i coleotteri stafilinidi, i dati sono stati analizzati col fine di descrivere le differenze tra le seguenti stazioni di campionamento rispettivamente selezionate tra quelle della Val di Rabbi e Val di Peio.

Stazioni di campionamento considerate per le analisi.

ZONA	NOME
Peio	Covel
Peio	Prabon
Peio	Croce dei bagni
Peio	Dos dei cembri
Rabbi	Aret
Rabbi	Plan
Rabbi	Maleda alta
Rabbi	Giochi coler
Rabbi	Pozzatine
Rabbi	Maleda bassa

Le analisi sono state eseguite con lo scopo di:

- a) confrontare la ricchezza di specie e la similarità nella composizione specifica dei diversi habitat impiegando l'indice di diversità (Shannon), quello di equiripartizione (Evenness) e la *cluster analysis* mediante Sorensen (QS) e Renkonen (PS) (Latella & Gobbi, 2008). L'indice di Shannon consiste nel misurare la probabilità che un individuo preso a caso dalla popolazione appartenga a una specie differente da una estratta in un precedente prelievo ipotetico. Tiene conto sia del numero di specie sia dell'abbondanza relativa delle stesse; più è grande il suo valore più è alta la sua biodiversità. L'indice di Evenness consiste nel considerare quanto la diversità sia dovuta ad un equilibrato rapporto tra le specie piuttosto che al numero delle specie stesse. Il suo valore è massimo quando tutte le specie sono presenti in uguale abbondanza e ha valori bassi quando c'è una sola specie abbondante e numerose specie rare. Il QS consiste nel calcolare il livello di similarità di due o più comunità. Prendendo in considerazione la presenza-assenza di specie in comune (similarità qualitativa). Il PS consiste nel calcolo del livello di similarità di due o più comunità prendendo in considerazione l'abbondanza relativa delle specie in comune (similarità quantitativa);
- b) verificare mediante correlazione di Pearson se il numero di specie (S) di ciascun sito è correlato al numero di individui (N);
- c) testare se la tipologia di habitat influisce su S e N mediante test di ANOVA;
- d) testare se la quota dei siti influisce su S e N mediante analisi della Regressione Lineare;
- e) testare se le due tipologie di boschi (latifoglie e conifere) differiscono per S e N mediante test di ANOVA;
- f) analizzare se i prati possiedono valori differenti di ricchezza di specie e di individui;
- g) testare se la dieta degli stafilinidi varia in relazione alla tipologia di boschi e di prati.

## Risultati

Nei dieci siti indagati, che rappresentano il 50% della totalità di quelli investigati nel progetto, sono state determinate 121 specie di stafilinidi per un totale di 1635 individui (v. Allegato II). Le specie più abbondanti sono risultate *Philonthus decorus* (frequenza = 20,9%), *Omalium rivulare* (frequenza = 9,9%), *Atheta gr. fungi* (frequenza = 6%), *Anotylus complanatus* (frequenza = 5,3%) e *Atheta sodalis* (frequenza = 4,8%).

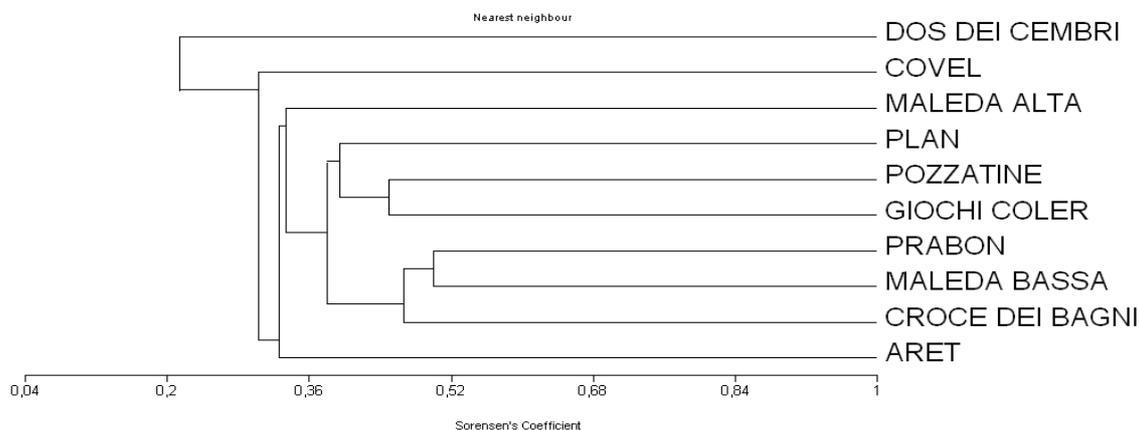
Il sito nel quale sono state raccolte più specie ( $S = 52$ ) è risultato il bosco di ontano bianco (Plan) con 566 individui.

Considerando i valori degli indici di diversità (Shannon) e di equiripartizione (Evenness), il sito Maleda Bassa (prato-bordo del torrente) presenta la maggior diversità (Shannon = 1,3), mentre il sito Aret (lariceta pascolata) presenta la minor diversità con indice di Shannon pari a 0.6. I siti risultati con le cenosi più equiripartite (indice di Evenness pari a 0.9) sono Maleda Bassa, Pozzatine (pecceta altimontana) e Maleda Alta (prateria-macereto).

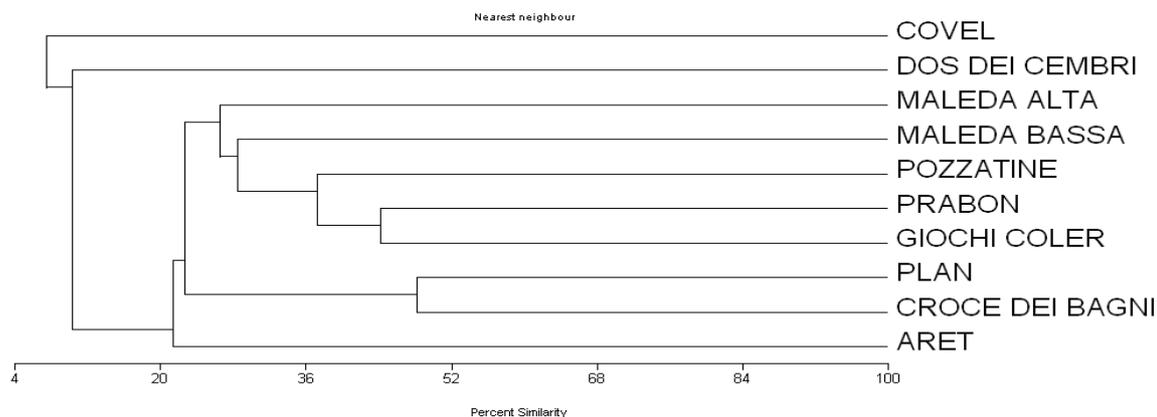
Valori della ricchezza di specie, degli indici di Shannon e di Evenness nei differenti siti.

Siti	S	Shannon	Evenness
PLAN	52	1,2	0,7
CROCE DEI BAGNI	43	1,0	0,6
MALEDA BASSA	30	1,3	0,9
POZZATINE	25	1,2	0,9
GIOCHI COLER	24	1,1	0,8
COVEL	23	0,9	0,7
PRABON	18	1,0	0,8
DOS DEI CEMBRI	16	1,0	0,8
ARET	13	0,6	0,6
MALEDA ALTA	12	0,9	0,9

Gli indici di similarità mostrano come la lariceta pascolata (Aret), il prato da sfalcio (Covel) e la treeline (Doss dei cembri) siano gli habitat che più si discostano per composizione di specie dagli altri.



Dendrogramma rappresentante la similarità tra i siti sulla base dell'indice di Sorensen.

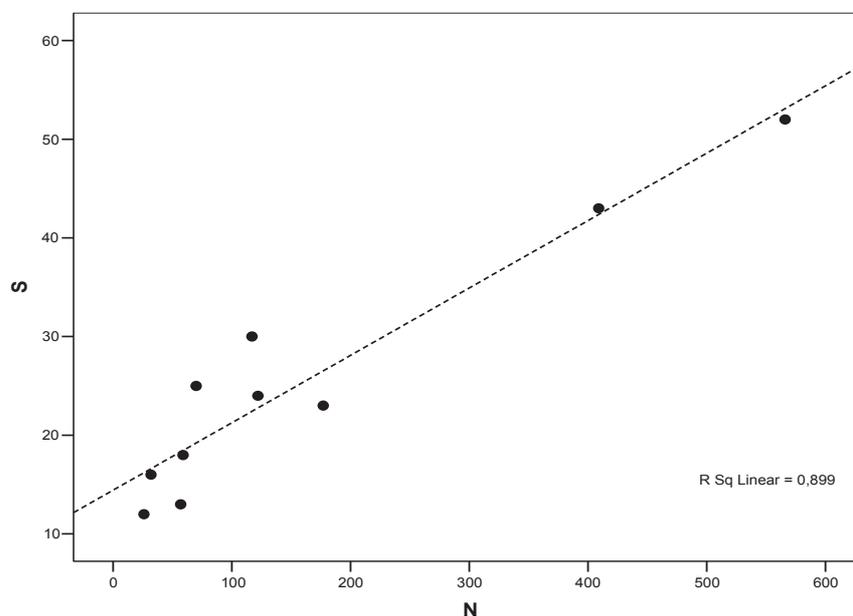


Dendrogramma rappresentante la similarità tra i siti sulla base dell'indice di Renkonen.

Le specie che risultano più abbondanti per ogni sito analizzato sono:

- *Philontus decorus* (Aret e Croce dei Bagni)
- *Philontus montivagus* (Maleda Alta e Maleda Bassa)
- *Philontus frigidus* (Dos dei Cembri)
- *Philontus cognatus* (Covel)
- *Atheta sodalis* (Giochi Coler e Pozzatine e Prabon)
- *Omalium rivulare* (Plan).

Il test di correlazione di Pearson mostra come nei siti indagati il numero di specie è positivamente correlato al numero di individui ( $r = 0,95$ ;  $p < 0,001$ ).



Scatter plot raffigurante la correlazione tra il numero di specie e quello di individui.

L'analisi della regressione lineare mostra come la quota influisce significativamente su S ( $p = 0,03$ ) e su N ( $p = 0,029$ ) se si considerano tutti i siti di campionamento (boschi + prati); mentre S e N non variano significativamente considerando separatamente la quota dei boschi (S:  $p = 0,19$ ; N:  $p = 0,13$ ) e quella dei prati (S:  $p = 0,25$ ; N:  $p = 0,37$ ).

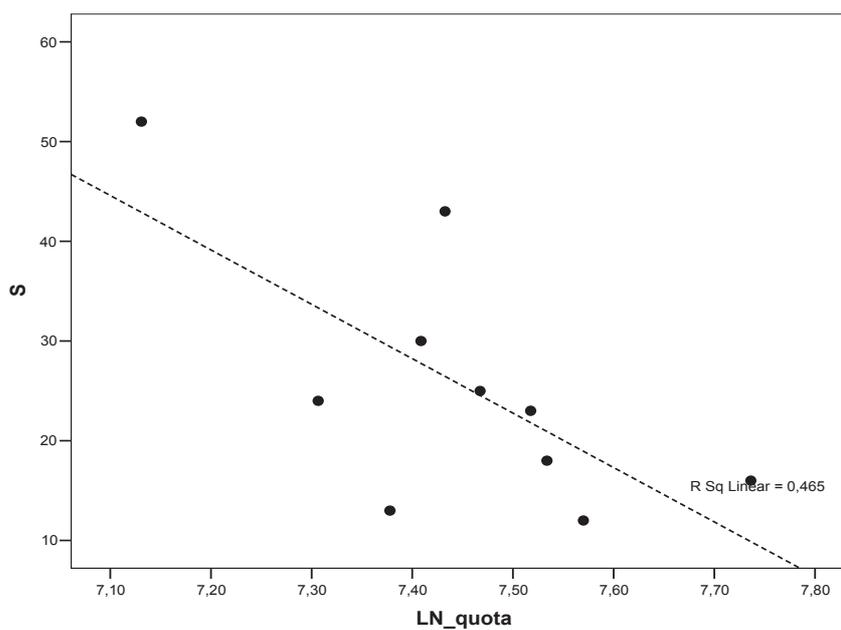


Grafico rappresentante l'andamento di S in relazione alla quota.

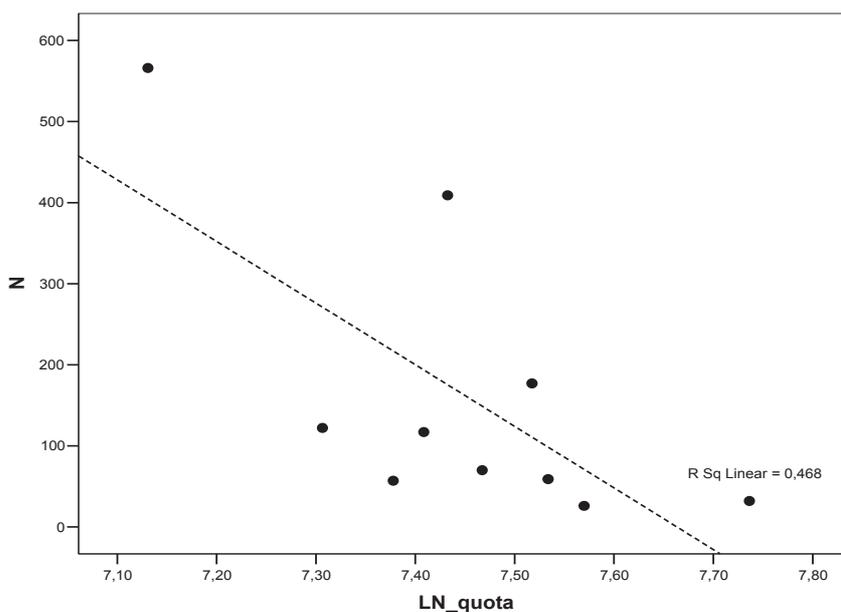
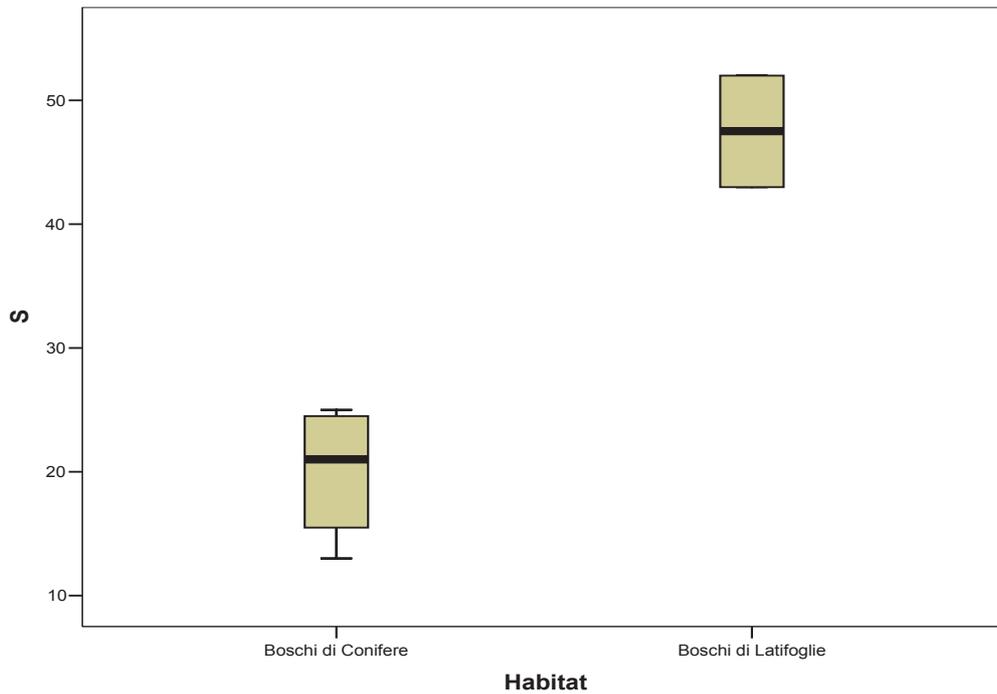
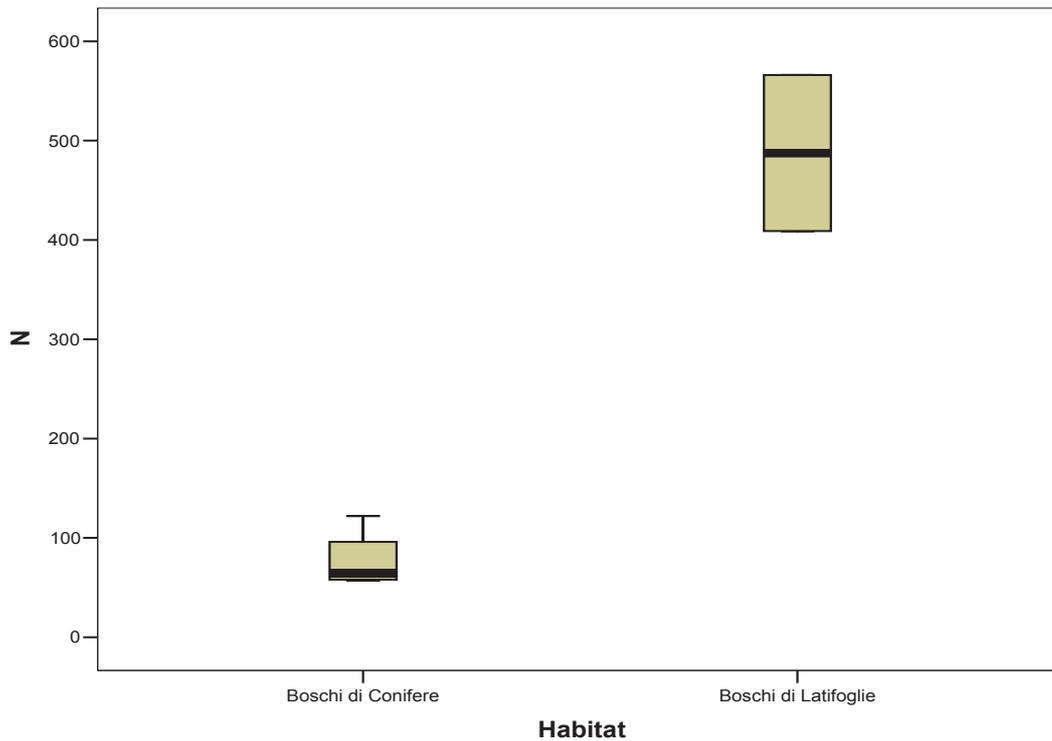


Figura 5 - Grafico rappresentante l'andamento di N in relazione alla quota.

Il test di ANOVA invece dimostra come S e N variano in relazione alla tipologia di bosco (S:  $p = 0,002$ ; N:  $p = 0,005$ ), nello specifico i boschi di latifoglie sono quelli che possiedono il maggior numero di specie e di individui.

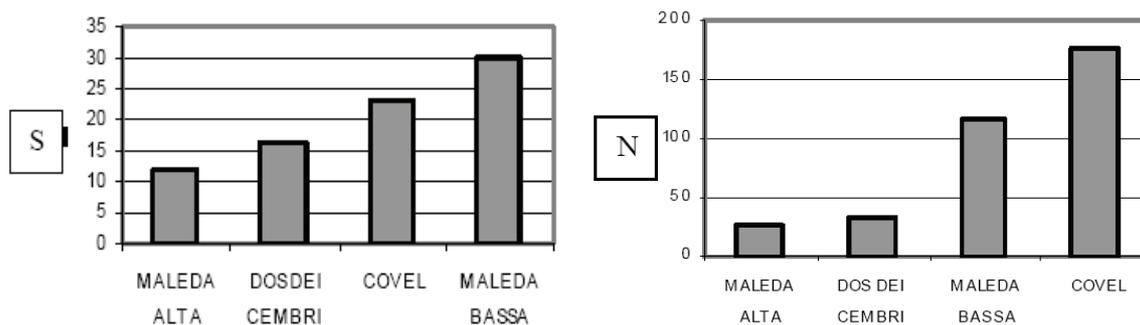


Box plot inerente a variazione di S in relazione alle tipologie di bosco (conifere e latifoglie).



Box plot inerente a variazione di Nin relazione alle tipologie di bosco (conifere e latifoglie).

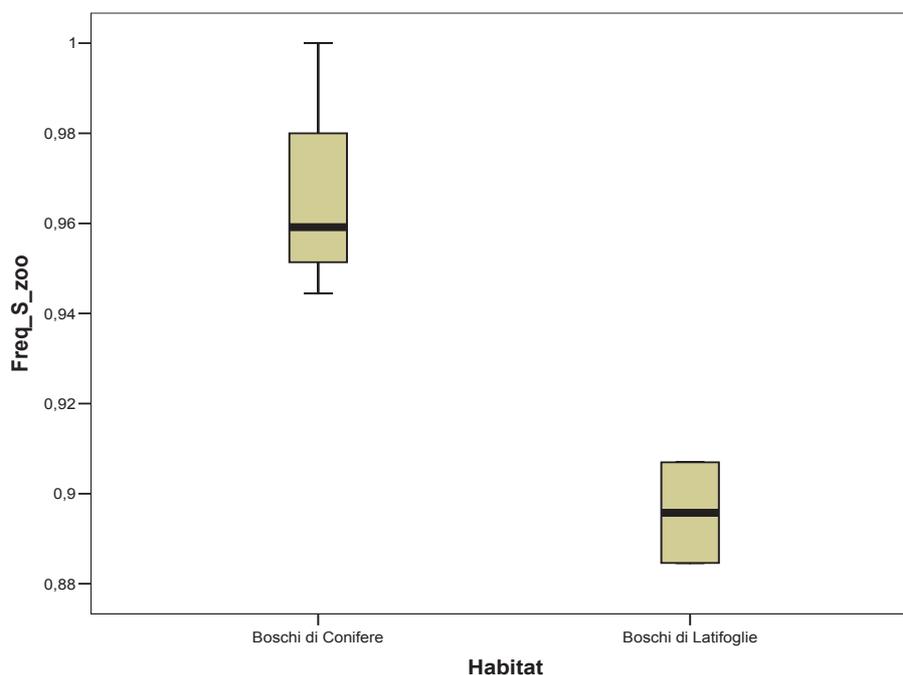
Gli istogrammi relativi ai prati fanno emergere valori molto differenti di ricchezza di specie e di individui, nello specifico il prato più ricco di specie è Maleda Bassa (prato bordo orrente) mentre quello più ricco di individui risulta Covel (prato da sfalcio).

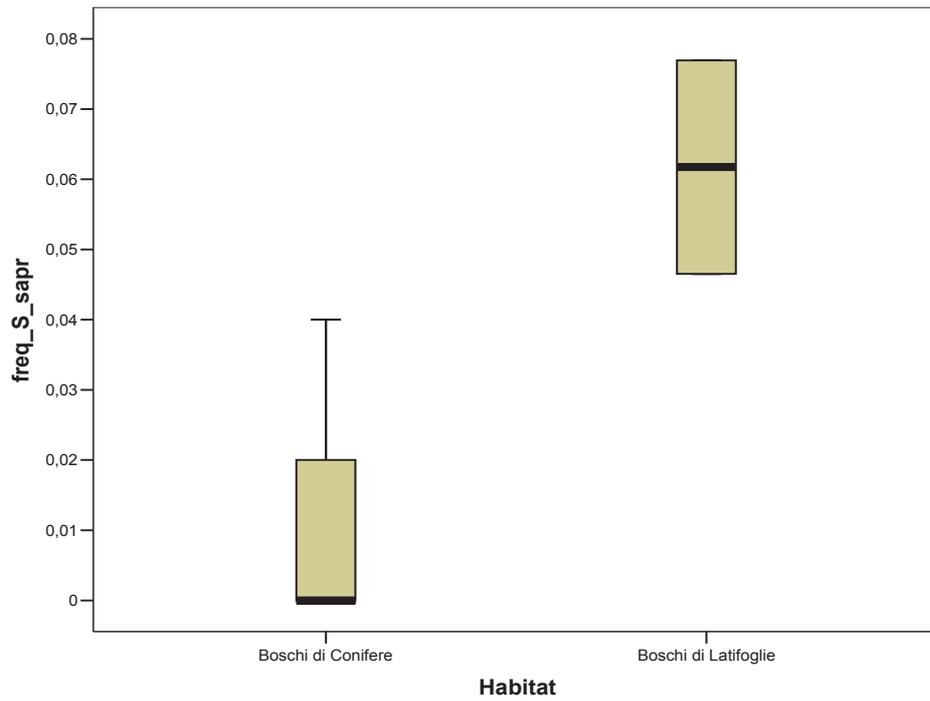
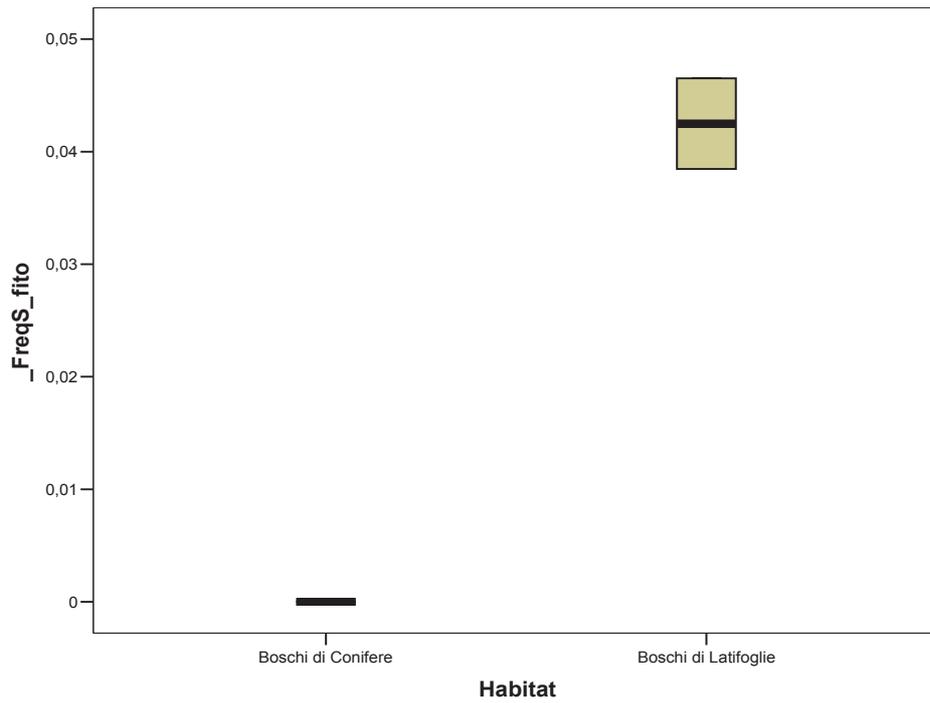


Istogrammi rappresentanti S e N in relazione ai quattro habitat dei prati.

Dai test effettuati prendendo in considerazione la dieta delle singole specie prima nei boschi e poi nei prati risulta che:

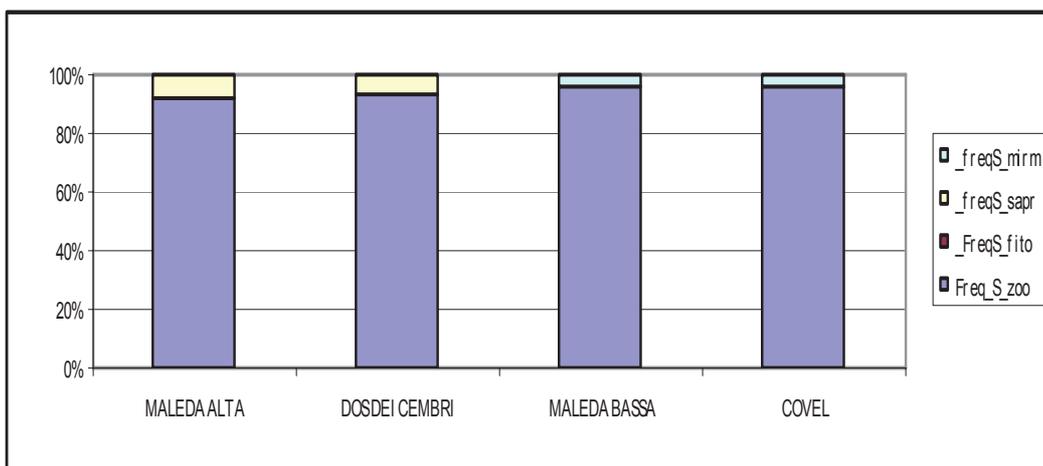
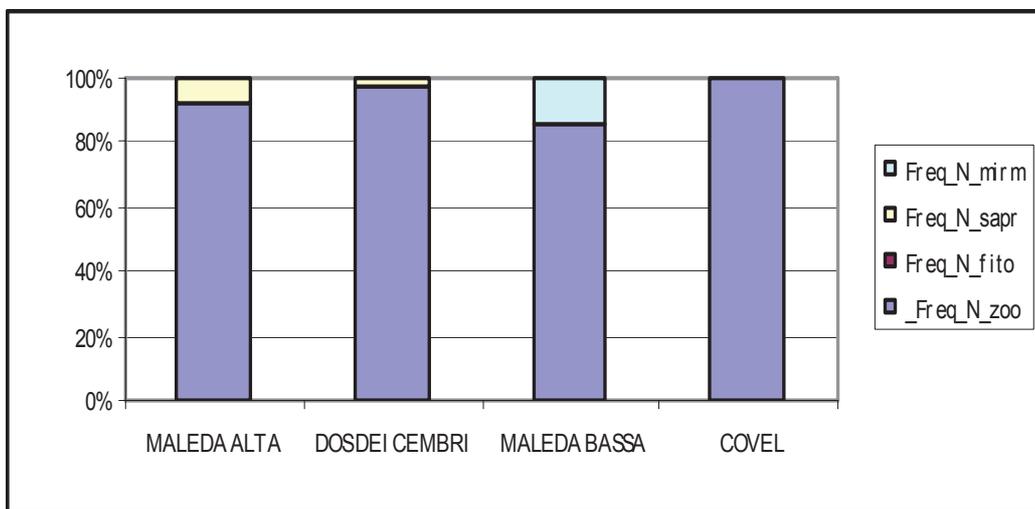
- la frequenza di individui zoofagi, fitofagi, saprofagi e mirmecofagi non varia con il variare della tipologia di bosco,
- la frequenza di specie per tutte le tipologie di dieta varia in maniera significativa (frequenza zoofagi:  $p = 0,022$ ; frequenza fitofagi:  $p = 0,0001$ ; frequenza saprofagi:  $p = 0,043$ ) tranne i mirmecofagi ( $p = 0,321$ ).





Box plot relativa alla frequenza delle specie zoofaghe, fitofaghe e saprofaghe nelle due tipologie di bosco.

Per quanto concerne i prati, si può notare come le specie predatrici sono quelle più abbondanti in tutte le tipologie di prato anche in termini di numero di individui.



Istogramma rappresentante la frequenza di S mirmecofagi, zoofagi, saprofagi e fitofagi.

## Discussione

I risultati ottenuti mostrano chiaramente come i siti presi in considerazione, nonostante rappresentino il 50% di quelli analizzati, offrano una notevole ricchezza di specie di stafilinidi, a conferma che questa famiglia di coleotteri è molto comune in ecosistemi semi-naturali e naturali montani. È interessante osservare come *Philonthus decorus* sia la specie campionata col maggior numero di individui (N = 342). Questa specie vive nella lettiera, sui funghi in decomposizione, sotto le pietre e nel muschio. La sua presenza nel Parco è di estrema importanza in quanto è un importante predatore della falena brumale (*Operophtera brumata*), specie che tra aprile e maggio può essere particolarmente dannosa sia nei boschi sia di latifoglie che di di conifere (Zanetti & Tagliapitera, 2004).

Dalle analisi effettuate è possibile caratterizzare alcuni dei siti di campionamento di maggiore interesse.

Maleda Bassa (prato-bordo del torrente) è il sito con più alto indice di diversità. È un ambiente prativo e ripariale. La ricchezza di specie degli ambienti prativi e riparali è nota anche per altre famiglie di coleotteri come, per esempio, i carabidi. In questi ambienti vivono tendenzialmente specie ad alta mobilità e di piccole dimensioni (Gobbi & Fontaneto, 2008).

Aret (lariceta pascolata) ha l'indice di diversità più basso. È un ambiente povero di vegetazione e di nutrienti, con terreno acido e molto perturbato, poiché sovrapascolato e brucato dai cervi. Probabilmente il sovrapascolamento di questi ungulati ha una influenza negativa sulle cenosi di stafilinidi.

Maleda Bassa, Pozzatine (pecceta altimontana) e Maleda Alta (prateria macereto) possiedono comunità di stafilinidi più equilibrate, poiché presentano indice di equiripartizione più alto rispetto agli altri siti. Si tratta di ambienti più stabili, naturali e non influenzati dall'azione umana.

Gli indici di similarità hanno mostrato che tra i dieci siti indagati tre sono quelli che possiedono le specie più esclusive: Aret, Covell e Doss dei Cembri. Per esempio, la specie esclusiva di Aret (lariceta pascolata) è *Ocalea badia*, specie tipicamente silvicola. In Covell (prato da sfalcio) la specie esclusiva e anche più abbondante (57 individui) è *Philonthus cognatus*, specie a distribuzione oloartica e eurica tipica di ambienti periodicamente perturbati dall'attività antropica (es. sfalcio e concimazione dei prati).

Doss dei Cembri è il sito a quota più alta (2290 m s.l.m.) con la cembreta che degrada nella prateria alpina. La specie più abbondante (10 individui) ed esclusiva di questo ambiente è *Philonthus frigidus*; specie Euro-anatolica, detriticola tipica di ambienti lapidicoli umidi tra il piano subalpino e quello alpino.

L'analisi di correlazione tra il numero di specie e quello di individui ha rivelato una relazione positiva, a dimostrazione che le cenosi più ricche di specie sono anche quelle con la maggiore biomassa di stafilinidi.



*Philonthus decorus*  
(da: [www.diptera.info](http://www.diptera.info))

I prati e i boschi possiedono cenosi distinte. Nello specifico nei boschi sono risultate 58 specie esclusive mentre nei prati 25. La quota è risultata una variabile significativa nel determinare la distribuzione altitudinale delle specie. Ci sono specie rinvenute solo alle altitudini maggiori, come ad esempio il *Philonthus frigidus* campionato solo a 2290 m s.l.m.. Alcune specie sono ubiquitarie come per esempio *Atheta gr. fungi* la quale è presente in tutti i siti ad esclusione di Doss dei Cembri.

I boschi di latifoglie risultano essere, rispetto a quelli di conifere, quelli con la maggiore ricchezza di specie e di individui a dimostrazione della loro stabilità, alta naturalità, ricchezza di sottobosco e di humus. Tali condizioni favoriscono cenosi di Stafilinidi ricche e strutturate.

I tre prati analizzati sono risultati diversi tra loro. Il sito con S più elevata è Maleda Bassa, tale ricchezza di specie è giustificabile dalla presenza di un prato che degrada verso l'argine di un torrente. Questo comporta la presenza sia di specie praticole che di specie ripariali. Maleda Alta è il sito con i valori minori di S e N. Questo dato è giustificabile dalla presenza di un debris-flow che durante la stagione estiva altera profondamente lo strato superficiale del suolo. Probabilmente questo implica una continua alterazione nella struttura delle cenosi di stafilinidi, comportando così bassa ricchezza di specie e di individui.

L'analisi della dieta delle singole specie mostra come nei boschi di conifere risultano significativamente più frequenti le specie zoofaghe. Probabilmente i boschi di conifere permettono la sopravvivenza dei soli predatori, essendo le altre tipologie di dieta sfavorite dalla mancanza di humus, sottobosco e sostanza vegetale marcescente dovuta all'attività di gestione antropica. Nei boschi di latifoglie, invece, sono significativamente superiori le frequenze di specie fitofaghe e saprofaghe, a testimonianza della presenza di un suolo maturo ricco di humus, di un sottobosco strutturato e di legno marcescente lasciato in loco. Non sono significative le frequenze di mirmecofili la cui abbondanza è verosimilmente condizionata da quella delle formiche (Bohac, 1999).

Nei prati gli zoofagi prevalgono rispetto alle altre tipologie di dieta. Questo fa supporre come probabilmente le specie a dieta zoofaga siano favorite, poiché in grado di vivere sia in ambienti stabili, e quindi ad alta naturalità, che in ambienti più perturbati come possono essere i prati.

E' interessante notare l'assenza di specie fitofaghe nei prati. Questo risultato si può spiegare con la difficoltà nel catturare fitofagi con le trappole a caduta. I fitofagi, vivendo sullo strato erbaceo, difficilmente si muovono sul terreno e cadono nelle trappole. Essendo ottimi volatori prediligono il volo per spostarsi rispetto al movimento sul terreno. Nei boschi, invece, sono state campionate le seguenti specie fitofaghe: *Eusphalerum limbatum diolii*, *Eusphalerum pallens*, *Eusphalerum rododendri*. Tale presenza è giustificata dal fatto che vivono esclusivamente in ambienti silvicoli e in ambienti primari; questo incrementa la probabilità di cattura nelle trappole per il genere *Eusphalerum*. Per esempio, le specie zoofaghe svolgono un ruolo ecologico importante nell'ecosistema, in quanto si nutrono anche di invertebrati potenzialmente dannosi e a loro volta sono fonte di cibo per piccoli vertebrati. Le specie saprofaghe, in particolare, svolgono un ruolo ecologico molto importante in quanto contribuiscono alla degradazione e al riciclo dei nutrienti negli ecosistemi (Masutti, 2008).

### **Bibliografia citata**

- Bohac J., (1999) Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 74: 357-372.
- Gobbi M. & Fontaneto D. (2008) Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in different habitats of the Italian Po lowland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 127/3-4: 273-276.
- Gobbi M. (2009) Influenza dei caratteri del suolo e delle tipologie di uso del suolo sulle comunità di Carabidi (Insecta: Coleoptera). *Studi Trentini di Scienze Naturali*, 85: 131-134.
- Latella L. e Gobbi M. (2008) *La Fauna del Suolo: tassonomia, ecologia e metodi di studio dei principali gruppi di invertebrati terrestri italiani*. Quaderni del Museo Tridentino di Scienze Naturali, 3, Trento, 192 pp.
- Masutti L. (2008) Produzione degli ecosistemi di foresta temperata, assetto delle zoocenosi e selvicoltura, *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura*, Taormina.

## Divulgazione dei risultati

### Congressi nazionali e internazionali e workshop

- XXII Congresso Nazionale di Entomologia, Ancona, 15-18 giugno 2009
- XIX Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia, Bolzano, 15-18 settembre 2009
- 2nd International GMBA-DIVERSITAS conference "*Functional significance of mountain biodiversity*", Chandolin (Valais), Switzerland, 26-30 luglio 2010.
- 20° Congresso dell'Associazione Nazionale dei Musei Scientifici "*I musei delle scienze e la biodiversità*", *In ricordo di Sandro Ruffo*". Ferrara, 17-19 novembre 2010.
- 26th Meeting *Staphylinidae*, Verona-Mantova, Italy June 2-5, 2011
- Workshop di fine progetto, Cogolo, Sede del PNS (primavera 2012, *in prep.*)

### Pubblicazioni scientifiche

#### *Abstract*

- Gobbi M., Pilia O. e Lencioni V. 2009 - Biodiversità entomologica negli habitat naturali e antropizzati del settore trentino del Parco Nazionale dello Stelvio. Proceedings Congresso Nazionale di Entomologia, 15-18 giugno 2009, Ancona, pag. 78.
- Gobbi M., Bragalanti N. e Lencioni V. 2009 - Biodiversità delle comunità di coleotteri carabidi nei siti forestali del Settore Trentino del Parco Nazionale dello Stelvio. Abstract XIX Congresso S.it.E, Bolzano (15-18 settembre 2009), pag. 138.
- Gobbi M., Riservato E., Bragalanti N. e Lencioni V. 2010 - Dalle collezioni museali alla prima lista di specie prioritarie di invertebrati per il Trentino. ANMS, 20° Congresso: I musei delle scienze e la biodiversità. In ricordo di Sandro Ruffo. Ferrara, 17-19 novembre 2010, pag. 89.
- Gobbi M., Bragalanti N. & Lencioni V. 2010 - Effects of grassland fragmentation and management on functional traits of ground beetle assemblages. Conference Abstract, "Functional significance of mountain biodiversity", 2nd International GMBA-DIVERSITAS Conference Chandolin (Valais), Switzerland 26-30th July 2010, pag. 48.

#### *Atti*

- Gobbi M., Bragalanti N. e Lencioni V. 2010 - Le cenosi di coleotteri carabidi nei siti forestali del Settore Trentino del Parco Nazionale dello Stelvio. Atti del XIX Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (Bolzano, 15-18 settembre 2009), 2: 21-28.
- Gobbi M., Riservato E., Bragalanti N. e Lencioni V (submitted) Dalle collezioni museali alla prima lista di specie prioritarie di invertebrati per il Trentino. Atti del Congresso ANMS, 20° Congresso: I musei delle scienze e la biodiversità. In ricordo di Sandro Ruffo. Ferrara, 17-19 novembre 2010.

## Formazione

### Seminari per i forestali

- 12 giugno 2009, *“Gli Insetti: diversità e distribuzione”*, Cogolo di Peio, Sede del PNS, (durata 3 ore)
- 13 maggio 2009, *“Insetti protetti e di valore conservazionistico nella Val di Sole”*, Cogolo di Peio, Sede del PNS, (durata 3 ore)

### Serate naturalistiche per il pubblico

- 13 luglio 2011, *“Insetti coinquilini e compagni di escursione: amici o nemici?”*, Cogolo di Peio, Sede del PNS, (durata 1 ora e mezza)
- 24 agosto 2011, *“Insetti coinquilini e compagni di escursione: amici o nemici?”*, Cogolo di Peio, Sede del PNS (durata 1 ora e mezza)

### Tesi di laurea

Titolo della tesi: *Studio delle cenosi di Coleotteri Stafilinidi del Settore trentino del Parco Nazionale dello Stelvio*. Relatore: Dott. Ivano Ansaloni; Correlatore: Dott. Mauro Gobbi; Tesista: Ilaria Marisa, Università degli Studi di Modena, 36 pp.

Titolo della tesi: *Studio delle cenosi araneologiche del Settore trentino del Parco Nazionale dello Stelvio*. Relatore: Prof. Bruno Rossaro, Correlatore Dott. Mauro Gobbi; Tesista Matteo Gozzini, Università degli Studi di Milano (*tesi in corso*)

## Considerazioni conclusive

Gli obiettivi preposti all'inizio del progetto sono stati raggiunti. Questo progetto fornisce un notevole contributo non solo alla conoscenza entomologica del Parco, ma anche alle cenosi che sono presenti nelle principali tipologie di habitat. I pochi dati fino ad ora a disposizione, ovvero quelli presenti nella Checklist della Fauna Italiana (CK map) si limitavano a fornire indicazioni sulla zona di rinvenimento di una particolare specie. Il presente progetto fornisce non solo dati di distribuzione spaziale delle singole specie, ma anche informazioni sull'abbondanza delle popolazioni.

Il vantaggio di aver censito le comunità utilizzando un metodo di campionamento standardizzato ha permesso di ottenere dati che potranno essere impiegati per confronti temporali futuri. Il database che ha quindi ottenuto il Parco si potrà rilevare un importante strumento gestionale.

La presentazione di parte dei risultati ai congressi scientifici ha dato visibilità nazionale e internazionale al Parco. Le attività di formazione rivolte ai forestali e quelle di divulgazione rivolte ai cittadini hanno fatto in modo di renderli consapevoli delle attività di ricerca sviluppate all'interno del Parco e volte alla valorizzazione naturalistica dello stesso.

Una tesi di laurea, indirizzata allo studio delle cenosi di ragni, è ancora in corso e terminerà nel mese di Aprile 2012. Tale tesi fornirà al Parco ulteriori risultati, non previsti dal progetto, che verranno comunque trasferiti all'ente stesso.

Si prevede di sviluppare, nei primi mesi del 2012, ulteriori pubblicazioni su riviste di pregio internazionale illustranti i risultati più rilevanti. Per tali articoli non si esclude la possibilità di co-autoraggio da parte del personale scientifico del Parco che ha partecipato attivamente allo sviluppo del progetto.

Il progetto qui concluso, era volto a fornire una prima conoscenza della fauna entomologica del Parco. Numerosi altri gruppi di insetti meritano di essere considerati, così come ulteriori tematiche ecologiche meritano di essere sviluppate. Un esempio sono le taxocenosi degli ambienti che dal limite del bosco arrivano alla fronte dei ghiacciai. Considerando che la maggior parte del territorio del Parco (70%) è distribuito sopra i 2000 metri risulta di estrema importanza affrontare il discorso dell'effetto dei cambiamenti climatici sulla fauna d'alta quota. Si ritiene quindi importante suggerire di sviluppare nel prossimo futuro progetti di ricerca volti all'approfondimento di questa importante tematica conservazionistica.

Trento, 20 dicembre 2011

Mauro Gobbi e Valeria Lencioni  
(Museo delle Scienze, Trento)