



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI DOTTORATO
TERRA, AMBIENTE, BIODIVERSITÀ
Dottorato di Ricerca Scienze Naturalistiche e Ambientali
CICLO XXVIII

Corologia, autoecologia e sinecologia di *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces.
(Primulaceae)

Federico Mangili R10380

Tutor:
Prof. MARCO CACCIANIGA

Anno accademico 2015-2016

Io, Cebete, quan'ero giovane, ero straordinariamente attratto da quel sapere che chiamano indagine della natura: mi sembrava splendido conoscere le cause di ogni cosa, perché ciascuna cosa nasce, perché muore e perché esiste.

Platone, *Fedone*

INDICE

Capitolo 1 - INTRODUZIONE

1.1 Il problema biogeografico.....	5
1.2 Scopo del lavoro	6
1.3 Il genere <i>Androsace</i> nelle Alpi.....	7
1.4 Descrizione della specie.....	11
1.5 Areale e segnalazioni storiche.....	11
1.6 Ecologia ed Habitat.....	13
1.7 Protezione e conservazione.....	15

Capitolo 2 – Area di Studio

2.1 Limiti dell'area di Studio.....	16
2.2 Le Alpi Orobie Occidentali.....	17
2.2.1 Inquadramento geologico.....	19
2.2.2 Inquadramento climatico.....	21
2.3 L'Alto Lario.....	23
2.3.1 Inquadramento geologico.....	26
2.3.2 Inquadramento climatico.....	28
2.4 Le Alpi Retiche Sud-Occidentali.....	30
2.4.1 Inquadramento geologico.....	32
2.4.2 Inquadramento climatico.....	33

Capitolo 3 – La Teoria CSR 35

Capitolo 4 – Materiali e Metodi

4.1 Cartografia di dettaglio dell'areale.....	39
4.2 Conteggi sulle popolazioni e realizzazione del database.....	40
4.3 Macroclima dell'area studio, Data Logger e ricostruzione del profilo termico annuale delle popolazioni.....	43
4.4 Autoecologia.....	47
4.4.1 Calcolo della strategia CSR.....	47
4.4.2 Tasso di germinazione dei semi.....	49
4.5 Sinecologia.....	50
4.6 Spettro ecologico.....	51
4.7 Valutazione dello stato di conservazione secondo IUCN.....	53

Capitolo 5 – RISULTATI E DISCUSSIONE

5.1 Cartografia, consistenza, CSR, status e spettro ecologico delle popolazioni di <i>A. brevis</i>	55
5.1.1 Alpi Orobie Occidentali.....	56
5.1.1.1 Monte Legnone.....	60
5.1.1.2 Monte Rotondo.....	62
5.1.1.3 Pizzo Tre Signori – Cima di Camisolo.....	64
5.1.1.4 Bocchetta d'Inferno.....	66
5.1.1.5 Rifugio Benigni – Dente di Mezzaluna.....	68

5.1.1.6 Monte Ponteranica.....	70
5.1.1.7 Monte Fioraro.....	72
5.1.2 Alto Lario.....	74
5.1.2.1 Garzirola.....	76
5.1.2.2 Pizzo di Gino.....	78
5.1.2.3 Cima Pianchette.....	80
5.1.2.4 Passo di San Jorio.....	82
5.1.2.5 Sasso Canale.....	84
5.1.3 Alpi Retiche Sud Occidentali.....	86
5.1.3.1 Passo dell’Oro.....	87
5.1.3.2 Passo Barbacan.....	89
5.1.3.3 Rifugio Gianetti.....	91
5.1.4 Aree esplorate prive della specie.....	93
5.1.5 Statistiche sui conteggi.....	96
5.2.1 Cartografia e conteggi: discussione.....	97
5.2.2 Confronti tra i settori dell’areale e ipotesi biogeografiche.....	100
5.2.3 Considerazione sulla distribuzione altitudinale e sulla conservazione.....	103
5.2.4 Stato di Conservazione secondo IUCN (Articolo).....	106
5.3. Autoecologia.....	111
5.3.1 CSR di <i>A. brevis</i> e delle congeneri alpine.....	111
5.3.2 CSR: Discussione.....	128
5.3.3 Tasso di Germinazione	134
5.4 Sinecologia.....	140
5.6 Macroclima e Microclima delle stazioni Data Logger: risultati e discussione.....	147

Capitolo 7 – CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

7.1 Avvio dello studio genetico e ipotesi sulla filogeografia di <i>A. brevis</i>	153
---	-----

Capitolo 8 – ALTRI LAVORI ED ATTIVITA’

8.1 La revisione critica dei dati dell’Osservatorio Regionale della Biodiversità e la prima giornata sulle conoscenze floristiche in Lombardia.....	155
8.2 Le specie lombarde del Progetto “Liste Rosse”.....	161
8.4 Una nuova stazione di <i>Saxifraga presolanensis</i> su substrato non carbonatico	162
8.5 Nuova stazione di <i>Botrychium multifidum</i> (<i>Ophioglossaceae</i>) in Lombardia.....	168
8.6 <i>Dracocephalum austriacum</i> L. – Schede per una Lista Rossa della Flora Italiana.....	173
8.7 A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes world wide.....	177
8.8 Congressi, Comunicazioni e Tesi di Laurea Correlate.....	199
9 – BIBLIOGRAFIA.....	200
10 - APPENDICE	
Tabella dei rilievi.....	207
Tabella sinottica.....	210
Dendrogramma dei rilievi.....	211
Conteggi sui pulvini di <i>A. brevis</i>	212

1 INTRODUZIONE

1.1 IL PROBLEMA BIOGEOGRAFICO

Le Alpi Centro Meridionali sono il settore delle Alpi con la più ricca diversità floristica; in particolare, numerose sono le specie endemiche e stenoendemiche (AESCHIMANN, 2004). Tra i molti fattori che concorrono a spiegare questo fenomeno, il principale è la posizione periferica meridionale di questa area rispetto ai grandi massicci centrali alpini, che ha reso possibile un coinvolgimento marginale di questo settore durante gli eventi glaciali quaternari (ANTONIOLI & VAI, 2004). Una varia e ricca letteratura dimostra l'interesse suscitato dai botanici per le specie endemiche delle Prealpi lombarde (REISIGL & PITSCHMANN, 1959; FENAROLI, 1954; RAVAZZI, 1989, 1992, 1996; RAVAZZI & FERLINGHETTI, 1986; RAVAZZI & PEREGO, 2001). Si tratta di specie endemiche che possono avere distribuzioni relativamente ampie, come *Phyteuma hedraianthifolium* R. Schulz, diffuso dalle Alpi dell'Alto Lario fino alle propaggini trentine del massiccio dell'Adamello (FESTI & PROSSER, 2008), oppure stazioni puntiformi isolate su un solo massiccio, come *Asplenium adulterinum* Milde ssp. *presolanense* Mokry, Rasbach & Reichstein, presente esclusivamente sulle rupi della Presolana nella Prealpi bergamasche (BONA *et al.*, 2005). Uno tra i molti fattori che hanno suscitato l'interesse dei botanici per queste specie è, senza dubbio, la curiosa distribuzione che presentano alcune di queste stenoendemiche, non sempre facilmente spiegabile, anche con le moderne tecniche filogeografiche (TRIBSCH & SCHÖENSWETTER, 2003).

Fin dall'inizio degli studi biogeografici sulla flora alpina si è collegata la presenza di numerosi stenoendemiti nelle Prealpi carbonatiche centro-meridionali al loro essere scarsamente glacializzate durante gli eventi quaternari (BONARDI *et al.*, 2012), e, di conseguenza, alla loro capacità di essere un rifugio glaciale (REISIGL & PITSCHMANN, 1959). Più complesso è spiegare l'origine della distribuzione degli endemiti che, attualmente, presentano una distribuzione anche in aree pesantemente coinvolte durante gli eventi glaciali, come quelli legati ai substrati silicei terrigeni, quali il già citato *P. hedraianthifolium*, *Sanguisorba dodecandra* Moretti, *Viola comollia* Massara, *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces.

S. dodecandra e *V. comollia* hanno distribuzione limitata alla sola catena delle Alpi Orobiche e, soprattutto per l'abbondanza della prima in alcune vallate e la sua completa assenza in altre, sono state oggetto di alcune indagini preliminari (PIROLA, 1964; 1965) e, grazie al recente lavoro sulla cartografia floristica della Lombardia Centro Orientale (MARTINI *et al.*, 2012) la loro distribuzione può essere definita come complessivamente nota. *P. hedraianthifolium* è stato oggetto, più recentemente, di uno studio sull'evoluzione delle specie endemiche del genere *Phyteuma* in Europa (SCHNEEWEISS *et al.*, 2013), anche se la sua distribuzione non è tutt'ora stata cartografata con precisione. *A. brevis* è stata, ad inizio '900, creduta una delle più rare piante delle Alpi (BALL, 1869), in quanto nota per molto tempo solo per il monte Camoghè (CH), dove fu scoperta nel 1833, e sul monte Legnone, nelle Alpi Orobiche occidentali (CHENEVARD, 1913). Forse per questa sua presunta estrema rarità è stata una delle prime stenoendemiche delle Alpi centro-meridionali ad essere indagata dal punto di vista corologico (PROVASI, 1922), anche se il quadro distributivo fornitovi è largamente incompleto. Nessun altro autore, successivamente, ha presentato un nuovo preciso quadro della distribuzione di questa specie: le informazioni che si possono trovare nella letteratura (REISIGL & PITSCHMANN, 1959; PIGNATTI, 1982; DUNCAN & LOWE, 1997) sono fondamentalmente dedotte dall'originale lavoro di PROVASI (1922). Un quadro più esaustivo, ma limitato alla sola catena orobica, è presente nel lavoro di VALOTI (1997); successivamente, SCHÖENSWETTER *et al.* (2003) e MAGNI (2013) individuano nuove stazioni in un settore completamente nuovo, le Alpi Retiche sud-occidentali, estendendo considerevolmente l'areale della specie e, di conseguenza, aprendo ulteriori interrogativi sull'origine della distribuzione di questa specie, che, pertanto, presenta un areale frazionato in 3 settori divisi dalle grandi barriere del lago di Como e della Valtellina (SCHÖENSWETTER *et al.* 2003). Una nuova sintesi sulla distribuzione di *A. brevis*, soprattutto alla luce delle recenti scoperte che ne hanno considerevolmente ampliato l'areale noto è quindi necessaria, considerata anche l'età dell'ultima sintesi esistente (PROVASI, 1922). Nel quadro delle problematiche biogeografiche sugli endemismi del settore

alpino centro-meridionale, *A. brevis* è un caso di studio ideale: presenta infatti un areale esteso, ma non eccessivamente (*P. hedraiathifolium* ha un areale molto più vasto), in vari settori nettamente separati tra loro (*V. comollia* è limitata alla sola catena orobica e piuttosto concentrata), la forma biologica della pianta rende relativamente agevole riconoscere i singoli individui (procedura complessa, per esempio, nel caso di *S. dodecandra*) e, infine, la sua esclusività per un preciso habitat, i crinali ventosi (PIGNATTI, 1982) rende relativamente facile individuare le stazioni e, di conseguenza, selezionare aree idonee all'esplorazione per la ricerca di nuove popolazioni; questi ultimi sono punti di particolare interesse, in quanto anche la moderna indagine filogeografica, se non supportata da precisi dati distributive e quantitative sulla consistenza delle popolazioni rischia di essere incompleta.

La distribuzione, e la sua origine, non è la sola questione posta da *A. brevis*: la bibliografia attuale è priva di dati sulla consistenza delle popolazioni, non è nota la capacità di germinazione dei semi (fattore indispensabile per comprendere le modalità di diffusione di una specie), non esistono dati microclimatici relativi alle condizioni di vita questa specie, non sono note, dal punto di vista quantitativo, le sue esigenze ecologiche (GRIME, 1977) e, infine, anche dal punto di vista sinecologico non esiste uno studio preciso in merito, nonostante la grande attenzione dedicata dai fitosociologi agli stenoendemiti del settore centro-meridionale alpino (FENAROLI, 1956; SUTTER, 1962 PIROLA & CREDARO 1979; PAROLO 2004). Si può ben dire che, attualmente, *A. brevis* è una specie che, nonostante il suo status di endemita e seppure posta in un'area ben nota e frequentata da numerosi botanici, presenta ancora numerosissimi interrogativi. Occorre inoltre ricordare che si tratta di una specie protetta a livello regionale (REGIONE LOMBARDIA, 2010), pertanto la conoscenza precisa della sua distribuzione, autoecologia e sinecologia è fondamentale per l'approntamento di piani conservazionistici, sempre più impellenti considerate le minacce ormai in atto collegate al *global warming* (PAULI *et al.*, 2003). Riguardo a questa minaccia, occorre ricordare che specie endemiche come *A. brevis*, distribuite ai margini esterni della catena alpina e legate ad ambienti sommitali su montagne poco elevate corrono il più grave rischio d'estinzione (DULLINGER *et al.*, 2012).

1.2 SCOPO DEL LAVORO

Scopo della presente ricerca triennale è quello di aggiornare le conoscenze, molto lacunose, su *A. brevis*, ponendo i seguenti obiettivi:

- Produrre una cartografia di grande dettaglio delle popolazioni di *A. brevis*;
- Conteggiare tutti gli individui di tutte le popolazioni realizzando un database;
- Caratterizzare, dal punto di vista microclimatico, l'habitat di *A. brevis*;
- Studiare il tasso di germinazione dei semi di *A. brevis*;
- Caratterizzare la strategia ecologica secondo GRIME (1977) di *A. brevis* e delle congeneri alpine (ignota a tutt'oggi) per metterle a confronto;
- Inquadrare *A. brevis* dal punto di vista sinecologico;
- Valutare lo stato di conservazione di *A. brevis* secondo i criteri IUCN

Il presente lavoro intende inoltre porre le basi per future indagini mediante metodi di genetica e biologia molecolare che possano integrarne i risultati.

1.3 IL GENERE *Androsace* NELLE ALPI

Androsace L. (Primulaceae), è un genere costituito da 153 specie, diffuse in tutti i continenti eccetto l'Australia e l'Antartide, con diffusione prevalente nelle zone montuose (SMITH & LOWE, 1997). Il genere è suddiviso in sei sezioni ben distinte: *Pseudoprimula* Pax, *Chamaejasme* Koch, *Aretina* (L.) Duby, *Douglasia* (Gray) Wendelob, *Aizoidium* Hand.-Mazz., *Andraspis* (Duby) Koch.

Le diverse sezioni si caratterizzano per la presenza di forme biologiche estremamente diversificate, e molteplici habitat di crescita, andando da specie annuali quali *Androsace salicifolia* HORT., a specie perenni forestali dalle grandi foglie come *Androsace henryi* Oliver, fino a camefite pulvinate adattate alle alte quote come *Androsace bryomorpha* Lipsky. Le differenti forme assunte dal genere si possono ricondurre a 4 strutture principali (SMITH & LOWE, 1997; AUBERT *et al.*, 2014):

- Pulvino (*cushion type*): caratterizzata da foglie appressate in dense rosette strettamente unite tra loro a formare una sorta di cuscinetto, ne sono esempio *Androsace vandelli* (Turra) Chiov. e *Androsace helvetica* (L.) All.
- Pulvino lasso (*mat-forming type*): con foglie riunite in dense rosette ma più spaziate tra loro, presentano stoloni e sviluppo strisciante appressato al suolo, ne è un esempio *Androsace villosa* L.
- Cespitose (*clump-forming type*): con fitte rosette che si dipartono da più punti del terreno e presenza di rizomi, ne sono esempio *Androsace rotundifolia* Hardw. e *Androsace foliosa* Duby
- Rosette solitarie (*solitary types*): piante singole con foglie distribuite a rosetta alla base del fusto: ne sono esempio diverse specie annuali del genere *Androsace*.



Fig. 1.3.1: Illustrazione della struttura di *A. helvetica*, Seboth, J., Graf, F., Die Alpenpflanzen nach der Natur gemalt, vol. 4: t. 74 (1839) (www.plantillustration.org). Fig. 1.3.2: Illustrazione della struttura di *A. villosa*, Curtis's Botanical Magazine, vol. 20: t. 743 (1804) [S.T. Edwards] (www.plantillustration.org).



Fig. 1.3.3: Illustrazione della struttura di *A. rotundifolia* var. *macrocalyx*, Curtis's Botanical Magazine, vol. 108 [ser. 3, vol. 38]: t. 6617 (1882) [M. Smith] (www.plantillustration.org). Fig. 1.2.4: Illustrazione della struttura di *Androsace maxima* L., Jacquin, N.J. von, Florae Austriaceae, vol. 4: t. 331 (1776) (www.plantillustration.org).

Nelle Alpi questo genere è costituito prevalentemente da specie ipsofile, che sono in grado di spingersi fino a quote assai elevate: GIACOMINI & FENAROLI (1958) riportano una segnalazione di *Androsace alpina* LAM. sulla spalla del Cervino a 4.200 m . Eccetto poche specie annuali, legate ad ambienti di bassa montagna e di pianura, le specie alpine sono di piccole dimensioni (dai 2 ai 10 cm), ben adattate alla vita d'alta quota, con portamento prostrato o a cuscinetto, con struttura *mat-forming* e *cushion* e ciclo vitale per lo più perenne. Le foglie sono semplici, piccole, ovali, talvolta ricoperte da una peluria bianca, raggruppate alla base dello scapo a formare una rosetta. Durante l'antesi, generalmente precoce, la pianta produce fiori vistosi e grandi in rapporto alle dimensioni della parte vegetativa, portati singolarmente o disposti in ombrella semplice. La corolla assume tonalità di colore dal bianco al rosa, sempre con fauce giallognola, mentre in rari casi è interamente gialla (*Androsace vitaliana* L.). Calice e corolla constano entrambi di 5 elementi concresciuti in un tubo lobato e 5 sono anche gli stami che si inseriscono nella parete interna della corolla. Il frutto è una capsula deiscente in 5 valve che contiene altrettanti semi, dei quali però spesso solo alcuni saranno in grado di germinare.

Nel territorio europeo il genere *Androsace* è localizzato sulle più alte catene montuose, con il massimo numero di specie nelle Alpi e nei Pirenei (AESCHIMANN *et al.*, 2005; ANCHISI *et al.*, 1991), dove colonizzano svariati habitat dei piani subalpino ed alpino, dalle praterie agli sfasciumi detritici, fino alle rupi strapiombanti prive di altra vegetazione. Particolarmente accentuato in questo genere è il fenomeno della vicarianza, con specie molto simili che si sostituiscono in relazione al pH del substrato (es: *A. vandellii* su rocce acide e *A. helvetica* su rocce carbonatiche).

La colonizzazione di questi ambienti richiede diversi adattamenti ben rappresentati nel genere: molte delle specie presenti sulle rupi e sui detriti ad alta quota, ambienti sottoposti a forte stress idrico e termico (KÖRNER, 1996) assumono il sopracitato portamento a cuscinetto o pulvinante che

permette alla pianta di trattenere all'interno del pulvino non solo l'umidità, per un maggiore sfruttamento delle risorse idriche, ma anche le foglie morte della pianta stessa, che rimanendo intrappolate evitano la dispersione delle sostanze nutritive e ne favoriscono il riutilizzo.. Foglie ricoperte da peli sono molto diffuse in questo genere, permettendo così alla pianta di proteggersi dalla radiazione solare in eccesso e di trattenere l'umidità, condizione importante quando le piante vivono molto esposte al sole o hanno l'apparato radicale che si insinua tra le fessure della roccia e quindi non hanno a disposizione abbondanti risorse idriche.

Un discorso a parte meritano le specie annuali, molto più rare rispetto a quelle precedentemente descritte. Sono legate ad habitat particolari quali coltivi, praterie xeriche e margini boschivi, ambienti che nell'interno delle Alpi, occupano generalmente quote poco elevate. Si tratta di piante con dimensioni maggiori rispetto a quelle perenni e con morfologia molto diversa, non formanti pulvini, con foglie riunite in una rosetta alla base dello scapo. Occupano praterie xeriche delle vallate alpine interne a clima continentale (*A. septentrionalis* L.) oppure crescono in campi coltivati ricchi in archeofite segetali (*Androsace maxima* L.), ambienti in forte contrazione a causa della forte presenza antropica, e dell'abbandono delle tradizionali tecniche agricole. Altre ancora sono legate a margini di formazioni forestali (*Androsace chaixii* Gren. & Godr.).

Infine, di particolare interesse è il rilevante numero di endemismi alpici in questo genere, ben 8 su 17 specie presenti nelle Alpi secondo AESCHIMANN *et al.* 2005), alcune ad areale ampio (*A. alpina*, endemica alpica dalle Marittime alle Carniche), altre stenoendemiche ad areale ristretto (*Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., esclusiva delle montagne a cavallo del lago di Como).

Di seguito si riportano le specie presenti sulle Alpi con la relativa distribuzione nell'area. Nomenclatura e sistematica fanno riferimento a SMITH & LOWE (1997), mentre per quanto riguarda l'ecologia ci si affida a AESCHIMANN *et al.* (2005).

SEZIONE CHAMAEJASME

Sottosezione *Villosae*

Serie *Euvillosae*

- *Androsace villosa* L.
Distribuzione: Alpi Occidentali ed Orientali, dal cuneese alla Val di Susa e dal bellunese alla Stiria.
Habitat: rupi e praterie sassose, suoli calcarei (da 1.200 a 2.800 m)

Serie *Chamaejasmoidae*

- *Androsace chamaejasme* Wulfen in Jacq.
Distribuzione: arco alpino settentrionale, dal Vallese all'Austria inferiore. Supera in pochi punti il crinale principale alpino, con popolazioni puntiformi, a ridosso dello stesso, in provincia di Sondrio, Bolzano e stazioni isolate nella Savoia.
Habitat: praterie sassose, suoli basici (1.400 a 2.800 m).

SEZIONE ARETIA

Sottosezione *Dicranothrix*

- *Androsace carnea* L.
Distribuzione: Alpi Occidentali, dal cuneese al passo del Sempione.
Habitat: rupi, sfasciumi e praterie, sui poveri di carbonati (da 1.500 a 3.000 m)
- *Androsace carnea* subsp. *brigantiaca* (Jord. & Furr.) I. K. Ferguson
Distribuzione: Alpi Occidentali, provincie di Cuneo e Torino. Stazioni isolate nel Vallese.

Habitat: sfasciumi e praterie, indifferente al substrato (da 1.800 a 2.500 m).

- *Androsace lactea* L.

Distribuzione: sull'intero arco alpino, ma con ampie lacune, più frequente nel settore orientale e sulle prealpi carbonatiche. Stazioni isolate nei settori calcarei delle Alpi Occidentali.

Habitat: rupi e praterie sassose, suoli calcarei (da 600 a 2.300 m).

- *Androsace obtusifolia* All.

Distribuzione: su tutte le Alpi, rara sulle catene periferiche.

Habitat: sfasciumi rocciosi e pascoli alpini, suoli acidi (da 1.600 a 3.000 m).

Sottosezione Aretia

- *Androsace alpina* (L.) Lam.

Distribuzione: endemica alpica, dalle Cozie alle Carniche .

Habitat: creste e sfasciumi silicei (da 2.000 a 4.200 m).

- *Androsace brevis* (Hegetschw.) Cesati

Distribuzione: stenoendemica centro-alpina, Prealpi Luganesi, Orobie Occidentali, Retiche Sud-Occidentali.

Habitat: Rupì e creste su substrato siliceo (da 2.000 a 2.600 m).

- *Androsace hausmannii* Leybold

Distribuzione: endemica delle Alpi Orientali, dal gruppo di Brenta, alla Baviera ed alla Stiria, con una stazione isolata nelle Prealpi Meridionali.

Habitat: rupi e morene, substrato calcareo-dolomitico (da 2.000 a 3.200 m).

- *Androsace helvetica* (L.) All.

Distribuzione: su tutti i settori carbonatici delle Alpi ad eccezione della Carinzia.

Habitat: rupi calcaree prive di altra vegetazione (da 1.800 a 3.300 m).

- *Androsace pubescens* DC. in Lam et DC.

Distribuzione: Alpi Occidentali, dalle Cozie al Vallese.

Habitat: rupi scistose, marcata preferenza per i calcescisti (da 2.000 a 3.700 m).

- *Androsace vandelli* (Turra) Chiov.

Distribuzione: Alpi Centro – Occidentali, dalle Marittime ai Grigioni ed al Trentino.

Habitat: rupi silicee (da 1.600 a 3.500 m).

1.4 DESCRIZIONE DELLA SPECIE

Androsace brevis (Hegetschw.) Ces. è pianta perenne alta 1 – 6 cm, formante un cuscinetto lasso e poco sviluppato, costituito da alcune decine di rosette (salvo rare eccezioni). Le foglie (1,5 – 2,5 x 3 – 6 mm) sono oblanceolate con apice arrotondato, leggermente crenate, caratterizzate da peli bi – triforcati, spesso rossastri. I fiori sono solitari con pedicelli inseriti all'ascella delle foglie, eretti e lunghi da 5 a 20 mm, con peli corti e ramificato stellati. Il calice si presenta pubescente e rossastro, con tubo < dei denti calicini. La corolla è rosea con fauce gialla (purpurea al centro secondo PIGNATTI (1982)), con lobi oblunghi e smarginati (ANCHISI, 2004). Fiorisce da maggio a luglio, ma si possono verificare anche fioriture autunnali in settembre – ottobre.



Fig. 1.4.1 Aspetto e portamento di *A. brevis*. Monte Ponteranica, Giugno 2013. Foto F. Mangili

1.5 AREALE E SEGNALAZIONI STORICHE

Secondo quanto riportato da PROVASI (1922), unica opera sintetica relativa all'areale, *A. brevis* è presente in due distinti gruppi a cavallo del lago di Como:

- Alpi Orobie Occidentali: Monte Legnone (2.610 m), Pizzo Tre Signori (2.554 m), Pizzo Rotondo (2.496 m), Cima di Camisolo (2.157 m), Costa Rossa (2.404 m), Pizzo Varrone (2.325 m).
- Prealpi Luganesi: Sasso Canale (2.411 m), Pizzo Gino (2.2245 m), Monte Garzirola 2.116 m), Passo San Jorio (2.010 m).

Tuttavia, la conoscenza dell'effettiva estensione dell'areale di *A. brevis* è, a tutt'oggi, scarsa e frammentata in diverse opere, spesso riportanti informazioni vaghe e limitate a solo una delle due porzioni dell'areale. A volte è stata anche confusa con *A. alpina* (JACCARD, 1895; FORNACIARI, 1958). La confusione con *A. alpina* è all'origine anche dell'indicazione presente in HEGI (1916), secondo il quale *A. brevis* sarebbe presente “*in Ofental bei Saas*” nel canton Vallese (CH), assai distante dagli areali noti, presenza testimoniata da un campione d'erbario conservato presso l'erbario Vulpus (Università di Goettigen), che, ad un controllo effettuato su richiesta da parte del conservatore (Dott. Marc. Appelhans), è rivelato essere *A. alpina*. Priva di fondamento è anche l'indicazione in KÄSERMANN (1999) per il Piano del Nivolet in Valle d'Aosta, non confermata in BOVIO (2014)

Di seguito viene riportato la carta dell'areale secondo PROVASI (1922):

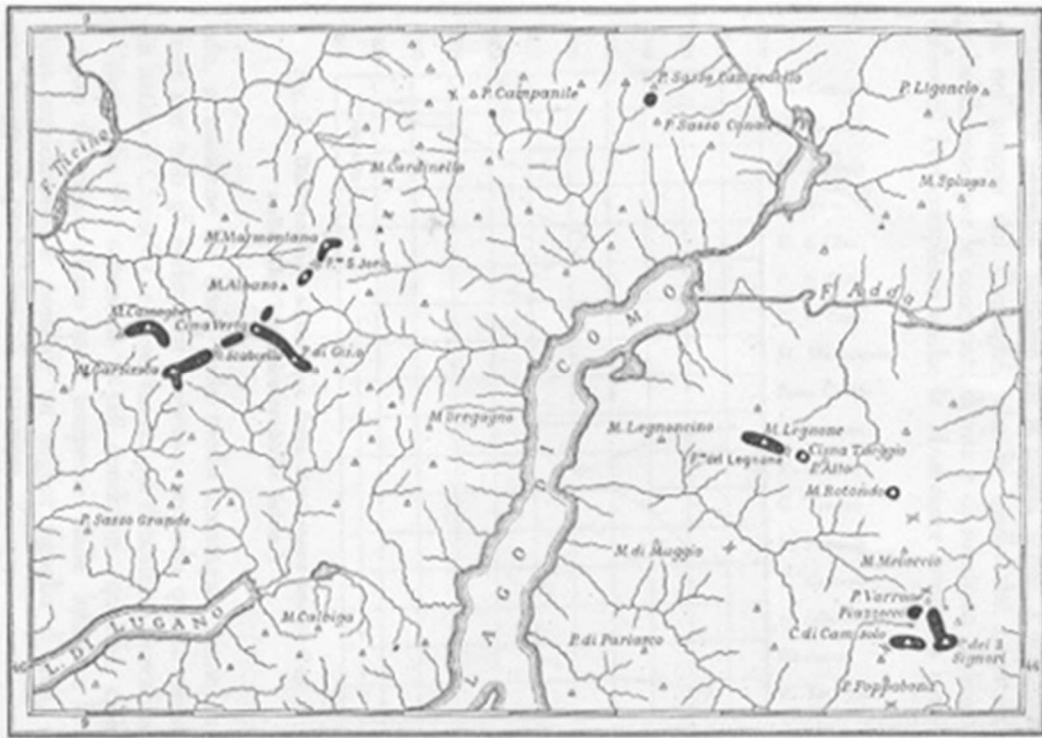


Fig. 1.5.1. Distribuzione di *A. brevis* secondo PROVASI (1922).

Secondo ANCHISI *et al.* (1991), *A. brevis* sarebbe presente sulle Prealpi Luganesi anche al Pizzo Martello (2.448 m.), ma l'indicazione non trova riscontro in nessun altro testo e non è supportata da fotografie o campioni d'erbario. Per quanto riguarda le Alpi Orobie, è stata segnalata sul Monte Torena (2.911 m.) in alta Val Seriana, ma ricerche *ad hoc* del gruppo FAB (Flora Alpina Bergamasca) non ne hanno rilevato la presenza, mentre assai abbondante nell'area è *A. alpina* (MARTINI *et al.*, 2012). Infondata si è anche rilevata la segnalazione di FORNACIARI (1958) al Passo di Gavia (2.610 m.) in alta Val Camonica. Rilevante è invece la segnalazione di MAGNI (2013) per il Pizzo Prata (2.727 m.), in Val Codera (SO), supportata da fotografie che ritraggono indiscutibilmente *A. brevis*, in una località isolata, a diversi chilometri dai due settori principali. Corrette sono anche le segnalazioni di SCHÖNSWETTER *et al.* (2003) per il Rifugio Gianetti (2.534 m.) e il Passo dell'Oro (2.570 m.), situate in Val Masino ad est della Val Codera, mentre dubbi permangono sull'indicazione dello stesso autore per il Passo del Muretto (quota) in Val Malenco, dove recentemente è stata osservata esclusivamente *A. alpina* (Gruppo Floristico Massara, osservazione inedita). Si riporta, infine, la segnalazione di *A. brevis* sul Monte Tamaro, nella svizzera ticinese (WELTEN & SUTTER, 1982) che, tuttavia, da un'esplorazione in loco, è risultata priva di fondamento.

1.6 ECOLOGIA ED HABITAT

A. brevis vive su creste e crinali esposti ai venti, oltre i 2.000 m di quota (Fig. 1.6.1). Vari autori (PROVASI, 1922; VALOTI, 1993) riportano come la specie viva esattamente sugli spartiacque, scomparendo dove le creste degradano nei versanti.



Fig. 1.5.1: *A. brevis* nel suo habitat, sul crinale del monte Rotondo. Giugno 2014, foto F. Mangili

Il substrato di preferenza sono scisti e filladi terrigene povere in carbonati. Di seguito sono riportati i valori di bio-indicazione secondo ELLENBERG (1974) e secondo LANDOLT *et al.* (2010), espressi nelle relative scale. I valori di bioindicazione secondo consistono in un insieme di valori assegnati a ciascuna specie vegetale che ne quantificano il carattere di indicatore ambientale. Si tratta di una scala empirica, quindi i valori numerici non sono del tutto affidabili e possono portare ad errori di interpretazione se applicati in maniera assoluta. Tuttavia essi trovano un impiego sicuro ed attendibile nella comparazione tra vari tipi di vegetazione, allo scopo di evidenziare gradienti ecologici.

ELLENBERG (1974)

U	R	N	L	T
5	2	2	7	2

Tab 1.6.1: indici di bioindicazione secondo ELLENBERG (1974) per *A. brevis*, tra parentesi è riportata la scala: U valore di umidità (1-12); R reazione del suolo (1-9); N sostanze nutritive (1-9); L luminosità (1-9); T temperatura (1-9).

LANDOLT *et al.* (2010)

U	R	N	L	T
2	2	1	5	1

Tab 1.6.2: Indici di bioindicazione secondo LANDOLT *et al.* (2010) per *A. brevis* (scala da 1-5): U; valore d'umidità; R reazione del suolo; N sostanze nutritive; L luminosità; T valore di temperatura.

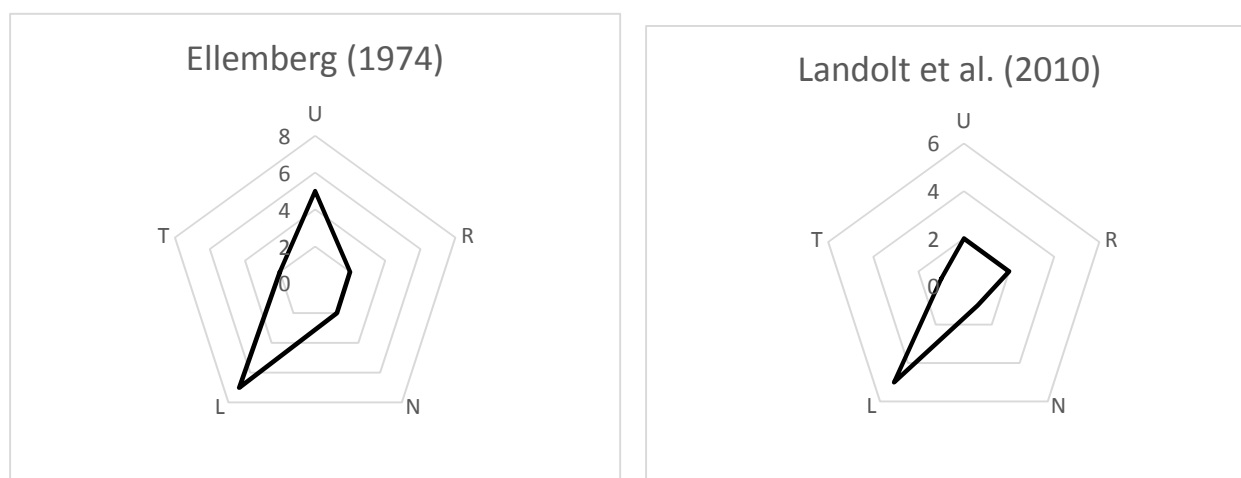


Fig. 1.6.2: Ecogrammi secondo ELLEMBERG (1974) e LANDOLT *et al.* (2010) per *A. brevis*.

L'ecogramma è un mezzo potente e rapido per ricavare informazioni ecologiche della specie presa in esame. In particolare è possibile delineare, con buona approssimazione, il clima e il suolo su cui vive una pianta. In questo caso, entrambi gli ecogrammi di *A. brevis* mostra che questa specie predilige stazioni soleggiate, temperature relativamente basse, suoli acidi, scarsa umidità e basso contenuto di azoto.

Dal punto di vista fitosociologico, la specie è di difficile inquadramento. Secondo AESCHIMANN *et al.* (2004) è specie ascrivibile all'*Androsacion vandelli* Br.-Bl., ma non esistono studi specifici in proposito. CACCIANIGA *et al.* (2000) che hanno studiato le vegetazioni sommitali delle Alpi Orobie, anche se non nella porzione su cui sussiste l'areale di *A. brevis*, possono fornire informazioni più precise. Secondo questi autori le comunità di crinale delle Orobie non rappresentano un aggruppamento omogeneo, il che rende assai difficile un inquadramento esaustivo dal punto di vista sintassonomico. Tali autori le ascrivono ad un gruppo denominato "Comunità di cresta e versante", caratterizzato da coperture discontinue e dalla presenza di camefite pulvinanti e suffruticose.

1.7 PROTEZIONE E CONSERVAZIONE

Dal 1977 Lombardia fu tra le prime regioni italiane ad emanare una legge per la tutela della flora spontanea e della “fauna minore” sul proprio territorio (LR n. 33 del 1977, intitolata “Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica”). Ad oggi questa legge è stata riscritta e aggiornata con la LR 31 marzo 2008 n.10 “Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea” che dispone la protezione di ben 663 entità, ossia il 20% della flora spontanea autoctona regionale (REGIONE LOMBARDIA, 2010). A differenza della legge precedente, LR 10/2008 predispone la protezione non solo delle specie di piante vascolari (“superiori”) ma anche di licheni e briofite. Inoltre ha suddiviso la flora protetta in 2 categorie per le quali vi è o l’assoluto divieto di raccolta (C1) o la regolamentazione della raccolta di scapi fiorali o fronde (per le felci) per un massimo di 6 esemplari (C2). Resta ancora in vigore dalla vecchia legge la possibilità per le amministrazioni locali (Province) di consentire il passaggio delle specie dalla categoria C2 alla categoria C1. Facendo riferimento alla LR 31 marzo 2008 n.10, tutte le *Androsace* presenti sul territorio regionale sono tutelate e classificate come specie C1 (“divieto assoluto di raccolta”). Per quanto riguarda le leggi provinciali di Como, Bergamo e Sondrio, tale genere non è tutelato. In Svizzera la specie è sottoposta a protezione totale nel cantone Ticino (legge del 01 luglio 1975), ed è inclusa nella Lista Rossa delle specie minacciate in Svizzera (MOSER et al., 2002). L’areale italiano di *A. brevis* ricade solo parzialmente in aree protette: le popolazioni orobiche rientrano nel Parco delle Orobie Bergamasche, in particolare nel SIC IT2060001 (Valtorta e Valmoresca), ma non vi è indicazione della specie nell’Atlante dei SIC della Provincia di Bergamo (PERRACINO, 2010), anche se vi ricadono le popolazioni del M. Ponteranica. In provincia di Sondrio alcune stazioni sono incluse nel Parco delle Orobie Valtellinesi, in particolare nei SIC IT2040026 (Val Lesina), IT2040028 (Val del Bitto e di Albaredo), IT2040027 (Valle del Bitto e di Gerola), anche se in quest’ultimo SIC non è indicata la sua presenza nell’Atlante dei SIC della Provincia di Sondrio sebbene le popolazioni del M. Rotondo e del Pizzo Stavello ricadano in queste aree protette (SCHERINI & PAROLO, 2010). Non sono incluse in alcuna area protetta tutte le popolazioni in territorio italiano poste ad occidente del lago di Como e la stazione disgiunta dalla Val Codera. Semi di questa specie sono attualmente conservati presso la *Lombardy Seed Bank*.

2 AREA DI STUDIO

2.1 LIMITI DELL'AREA DI STUDIO

L'area di studio coincide con l'areale noto di *A. brevis* e aree limitrofe che presentano potenzialità per la specie. Come da capitolo precedente, l'areale della specie risulta frazionato in tre grandi settori: l'Alto Lario (Prealpi Luganesi e Alpi Lepontine sud-orientali), le Alpi Orobie Occidentali e le Alpi Retiche sud-occidentali. I limiti di queste porzioni di arco alpino sono ben descritti nella suddivisione in sezioni dell'arco alpino proposta da MARAZZI (2006) con il nome di Suddivisione Orografica Internazionale Unificata del Sistema Alpino (SOIUSA), che ben inquadra i limiti dell'area studio. Il settore Alto Lario è quindi incluso all'internodelle Alpi Nord Occidentali, SZ. 11.I A (Fig. 2.1.1a.) e SZ. 10.III D. I due settori delle Alpi Orobie Occidentali e delle Retiche sud-occidentali rientrano invece nelle Alpi Sud Orientali, rispettivamente nelle sezioni SZ. 29.I B (Fig. 2.1.1b) e SZ. 15.III B (Fig. 2.1.1c) della SOIUSA (MARAZZI, 2006).

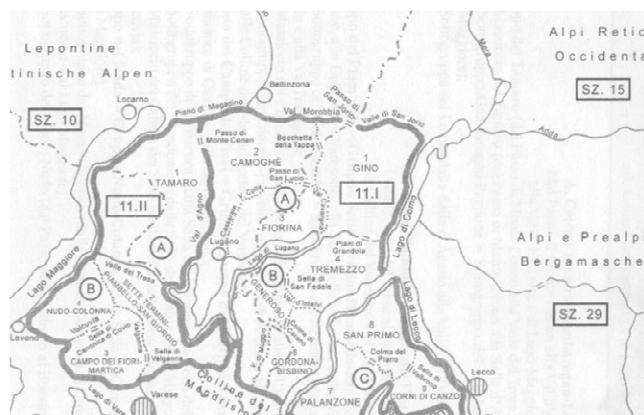


Fig. 2.1.1a SZ. 11.I A, Alto Lario, (MARAZZI, 2006)



Fig. 2.1.1b SZ. 29.I B, Alpi Orobie Occidentali, (MARAZZI, 2006)

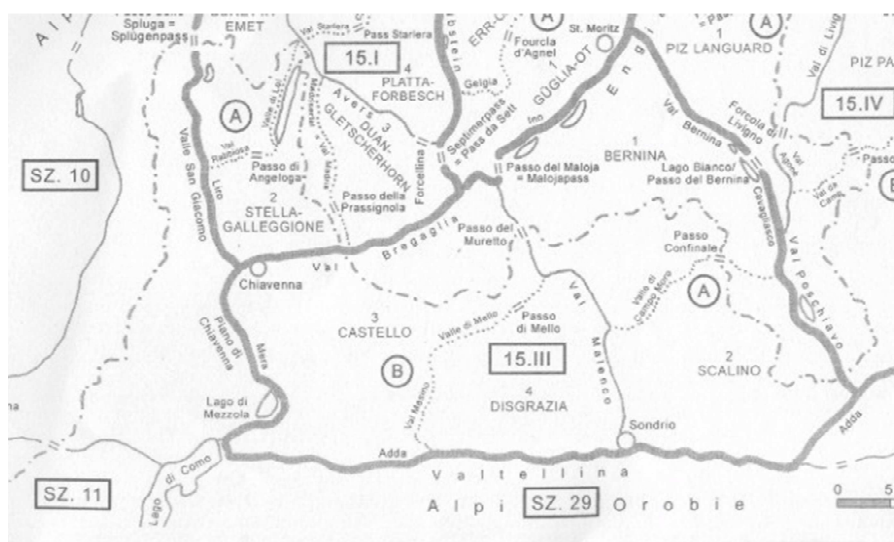


Fig. 2.1.1c SZ. 15.III B, Retiche Sud-Occidentali, (MARAZZI, 2006)

2.2 LE ALPI OROBIE OCCIDENTALI

Le Alpi Orobie sono una vasta e complessa catena montuosa rientrante nelle Provincie di Sondrio, Lecco, Bergamo e Brescia con sviluppo parallelo alla Valtellina, che si estende per circa 80 km dal Lago di Como (a ovest) alla Val Camonica (ad est). In questo studio, le ricerche si sono concentrate nel settore occidentale.

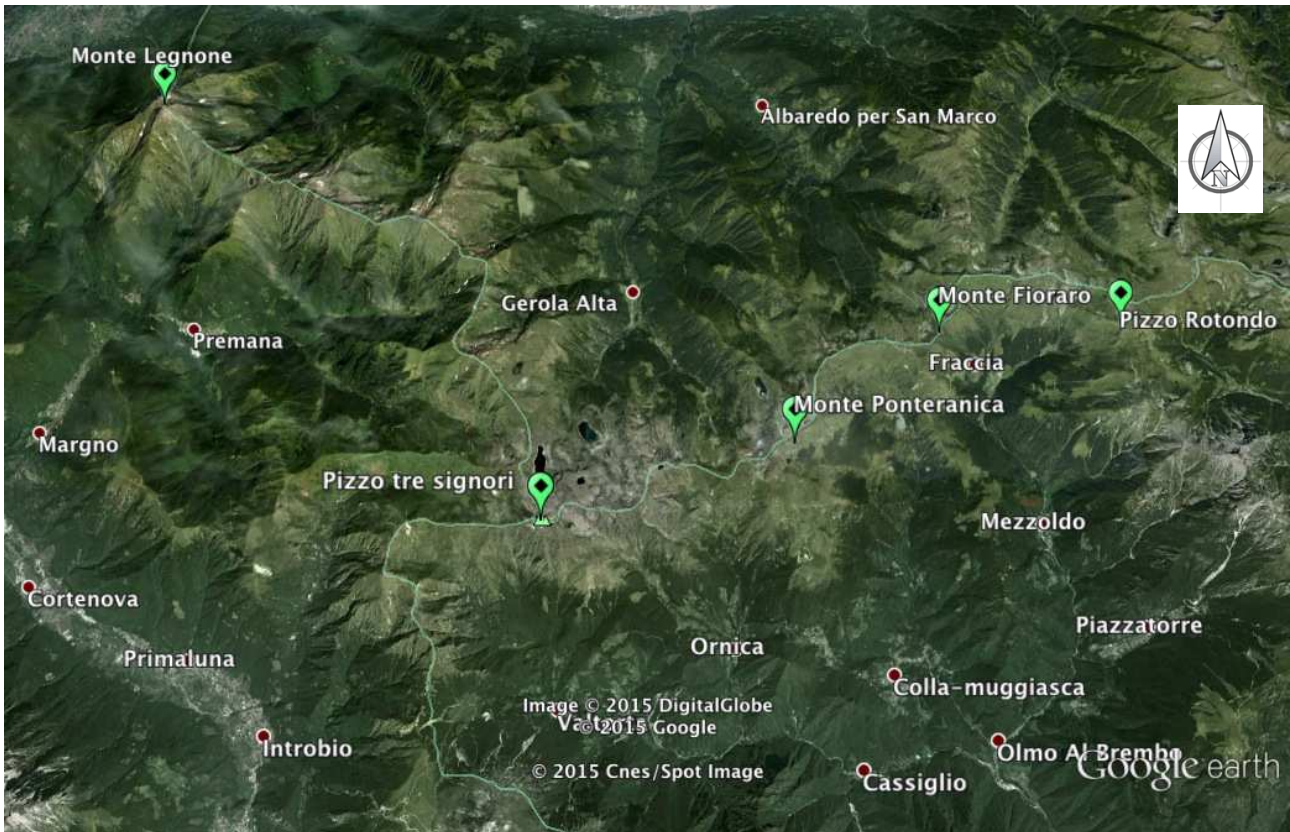


Fig. 2.2.1: panoramica da satellite delle Alpi Orobie Occidentali. Rielaborato da Google Earth (2015)

Partendo dall'estremo nord occidentale, si incontra il Monte Legnone (2.609 m) che si erge immediatamente ad est di Dervio (LC) e da cui trae origine il lungo crinale orobico, solcato da diverse vallate. Tra queste la Val Varrone è una delle più estese in provincia di Lecco: sul suo versante destro idrografico si affaccia la porzione più occidentale delle Orobie, costituita da diverse cime che superano i 2.000 m, tra cui la Cima di Moncale (2.306 m), la Cima del Cortese (2.427 m), il Pizzo Alto (2.512 m), il Monte Rotondo (2.496 m) e il Monte Colombana (2.385 m). Sul versante nord, queste montagne sono solcate dalla Val Lesina e dalla Valle del Bitto di Gerola. In corrispondenza del Monte Colombana, la catena orobica si piega verso sud formando un arco che include la Val Gerola e le relative valli tributarie, tra cui la Valle della Pietra, la Valle di Pescegallo e la Val di Bomino. Questo arco si affaccia a sud su una serie di piccole valli che confluiscono nella grande Val Brembana (Valle dell'Inferno, Val Salmurano e Val Mora) ed è contornato dai seguenti rilievi: Pizzo Mellasc (2.463 m), Pizzo Tre Signori (2.553 m), Torrione di Tronella (2.311 m.), M. Valletto (2.371 m.), M. Ponteranica (2.378 m), M. Colombarolo (2.117 m), M. Verrobbio (2.139 m). Più a oriente si trova il passo San Marco (1.985 m) da cui si sviluppa il crinale del Monte Fioraro (2431 m), Monte Tartano (2292 m), Monte Azzaredo (2112 m) e Pizzo Rotondo (2237 m). Tra i principali corsi d'acqua troviamo il torrente Varrone, tributario del lago di Como ed il fiume Brembo.



Fig. 2.2.2: Alpi Orobie Occidentali, il versante sud-orientale del Monte Ponteranica (2.378 m). Foto F. Mangili, giugno 2012.



Fig. 2.2.3: Alpi Orobie Occidentali, il complesso costituito da Pim Pum (2.353 m), Pizzo Alto (2.512 m) e Legnone (2.609 m), alla testata della Val Lesina.

2.2.1 GEOLOGIA

Le Alpi Orobie sono comprese nel dominio Sudalpino, limitato a Nord dalla Linea Insubrica; sono incise nelle formazioni cristalline del Basamento metamorfico e nelle formazioni sedimentarie terrigene permiane. Si possono distinguere le seguenti zone:

- 1) Zona del Basamento Orobico: situata tra fianco sinistro idrografico della Valtellina e la Linea Orobica, che attraversa il crinale orobico nei pressi del passo S. Marco e di Foppolo, proseguendo poi per l'alta Val Seriana (JADOUX *et al.*, 2000). È costituita da litotipi appartenenti al basamento cristallino metamorfico, sovrascorsi durante l'orogenesi alpina verso Sud al di sopra della copertura sedimentaria lungo la Linea Orobica.
- 2) Zona delle Anticinali Orobiche: situata a sud del Basamento, delimitata a Nord dalla Linea Orobica e a sud dalla Linea Valtorta-Valcanale. Ha andamento E-O ed è formata da un grande sistema di faglie che interessano la parte più antica della copertura sedimentaria. Ad essa appartengono le cime più elevate della catena orobica: Pizzo di Coca (3.051 m.), Pizzo Redorta (3.038 m.), Punta di Scais (3.038 m.).

L'area studiata presenta litotipi distinti, sui cui si trovano suoli a pH neutro/acido. Nel settore occidentale della zona del Basamento Orobico dominano le seguenti formazioni:

VERRUCANO LOMBARDO: affiora estesamente nella porzione settentrionale delle Alpi Orobie, a Nord dell'allineamento Valtorta – Val Canale – Valle di Scalve. Questa formazione è stata descritta da ASSERETO & CASATI (1965). Nelle Alpi Orobie il Verrucano Lombardo poggia in discordanza sulla Formazione di Collio, con limite netto segnato dalla comparsa di banchi conglomeratici rossi sopra le arenarie e peliti della litofacies sedimentaria, o sopra le rioliti della litofacies vulcanica della Formazione di Collio. Il limite a tetto è netto, evidenziato da una discordanza stratigrafica con il Servino, caratterizzato quest'ultimo da arenarie quarzose e marne siltose policrome. Lo spessore del Verrucano Lombardo aumenta con gradiente Ovest – Est, passando da 150-200 m sul Pizzo dei Tre Signori e sul M. Ponteranica a circa 400 m in Val Canale. Il Verrucano Lombardo è composto da una successione clastica conglomeratica, con intercalature di litareniti vulcaniche ricche in quarzo e siltiti subordinate. I conglomerati si presentano in banchi plurimetrici, con ciottoli arrotondati prevalentemente quarzosi e in misura minore porfidi quarziferi; la matrice, siltoso-arenacea, di colore rosso-violaceo, è costituita da quarzo, feldspati, vulcaniti e miche (CASATI & GNACCOLINI, 1967). Ai conglomerati si alternano arenarie quarzoso-feldspatiche, a volte ricche in mica, di colore rosso mattone, ben stratificate e passanti localmente a siltiti e argilliti siltose più scure. Nel Verrucano Lombardo non sono mai stati rinvenuti fossili; esso viene quindi concordemente attribuito al Permiano solamente sulla base della posizione stratigrafica. In quanto all'origine, il Verrucano Lombardo rappresenta la sedimentazione in ambiente continentale alluvionale di alta energia, caratterizzato dalla migrazione di canali meandrici su una vasta piana alluvionale.

ORTOGNEISS: gli ortogneiss affiorano molto limitatamente lungo una piccola porzione del crinale orobico, tra il Passo San Marco ed il M. Tartano (Bocchetta d'Orta, M. Fioraro, M. Pedena, Bocchetta di Budria, Pizzo del Vento, M. Foppone). Si tratta di gneiss occhiadini a due miche, con macrocristalli di K-feldspato, talora con granato, tormalina, con locali setti scistososi poveri in feldspati (FORCELLA, 2002). Un caso particolare è rappresentato dall'Ortogneiss del Fioraro, affiorante sul M. Fioraro alla testata della Val Budria. La struttura di questa formazione è granulare ipidiomorfa, con prevalenza nella composizione della frazione leucocrata, comprendente quarzo, plagioclasio, K-feldspato (ortocline e microcline); i fillosilicati sono costituiti da biotite in lamine a disposizione casuale, con rari cristalli di apatite e zirconio. Secondo COLOMBO *et al.* (1991) l'intrusione del protolito è precoce rispetto al limitrofo plutone della Val Biandino: le analisi su campioni da loro effettuate indicano un carattere calcalkalino post-collisionale. Tenendo conto della deformazione, l'età di messa in posto del protolito va ascritta all'Ordoviciano. Questi ortogneiss e le rocce incassanti sono a loro volta intersecati da dicchi o corpi con giacitura filoniana, nettamente discordanti rispetto alle rocce

incassanti, di spessore in genere inferiore al metro: si tratta di dioriti e microdioriti anfiboliche caratterizzate da orneblenda verde, plagioclasti sodico-calcici, biotite cloritizzata, con quarzo subordinato (FORCELLA, 2002).

CONGLOMERATO DEL PONTERANICA: il Conglomerato del M. Ponteranica affiora nel settore nord-occidentale delle Alpi Orobie, caratterizzando le creste dell'allineamento Monte Legnone - Pizzo dei Tre Signori – Cima di Valpianella – Denti della Vecchia – M. Valletto – M. Ponteranica. Durante i lavori di stesura della Carta Geologica della Provincia di Bergamo (JADOUL *et al.*, 2000), litofacies ascrivibili a questa formazione sono state ritrovate anche sui versanti orientali del M. Torcola – Forcolino di Torcola e sul sistema M. Spondone – Pietra Quadra – Tre Pizzi, anche se con spessori di poche decine di metri, mentre nella località tipo (M. Ponteranica) raggiunge i 520 m. di spessore. Si tratta, in generale, di corpi conglomeratici a clasti eterodimensionali di rocce vulcaniche e, raramente, scisti cristallini associati ad arenarie. Analisi eseguiti dagli autori citati su campioni arenacei indicano trattarsi di arenarie litiche, costituiti prevalentemente da granuli di vulcaniti (56-75,8%), quarzo (12,4-19,5%) e plagioclasti (8,9%). A tetto è ricoperto dal Verrucano Lombardo mentre inferiormente è delimitato dalle successioni arenaceo-pelitiche della Formazione di Collio (JADOUL *et al.*, 2000). Il Conglomerato del Ponteranica è privo di fossili: la sua età è ascritta al Permiano sulla base della posizione stratigrafica.

2.2.2 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Per l'inquadramento climatico delle Alpi Orobie Occidentali si è fatto riferimento ai dati di temperatura giornalieri disponibili presso ARPA – Lombardia nel periodo 2012 -2016, dalle centraline di Piazza Brembana (510 m), Valtorta (982 m) e Passo San Marco (1.824 m). I dati dalla stazione di Passo San Marco sono stati utilizzati per caratterizzare l'andamento climatico del periodo di rilevamento con i dati microclimatici rilevati nei pressi delle popolazioni di *A. brevis*.

Staz.	Quota	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Media
P. Br.	512 m	1,2	2,2	6,2	11,3	13,8	17,7	21,2	19,4	15,5	11,7	6,5	1,0	10,6
Valtorta.	982 m	0,5	0,6	4,2	9,2	12,1	15,3	18,9	17,0	13,4	9,6	5,2	1,1	8,9
P.S.M.	1824 m	-1,6	-2,9	0,1	3,7	6,0	10,1	13,9	12,3	8,9	5,8	3,3	-0,3	4,9

Tab. 2.2.2.1: temperature medie mensili in C° (2012-2016) presso le stazioni ARPA di Piazza Brembana (P.Br.), Valtorta e Passo San Marco (P.S.M.).

Le temperature più elevate sono raggiunte in tutte le stazioni nel mese di Luglio, mentre le più basse oscillano tra dicembre (Piazza Brembana), gennaio (Valtorta) e febbraio (Passo San Marco). L'escursione termica annua per le stazioni di Piazza Brembana e Valtorta è > di 16 C°, compatibile con un clima di tipo suboceanico, mentre è minore per Passo San Marco che è anche caratterizzata da 3 mesi di gelo (T < 0 C°).

Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	TOT
55,7	66,5	44,2	71,4	102,3	101,8	105,7	106,6	104,8	108,4	94,8	18,15	1249,19

Tab 2.2.2.2: precipitazioni medie mensili in mm (2012-2106) presso Passo san Marco, 1.824 m.

Il massimo delle precipitazioni a Passo San Marco si concentra nel periodo tardo primaverile – autunnale, tra maggio e ottobre, mentre il minimo nel periodo invernale, con un minimo tra dicembre e gennaio.

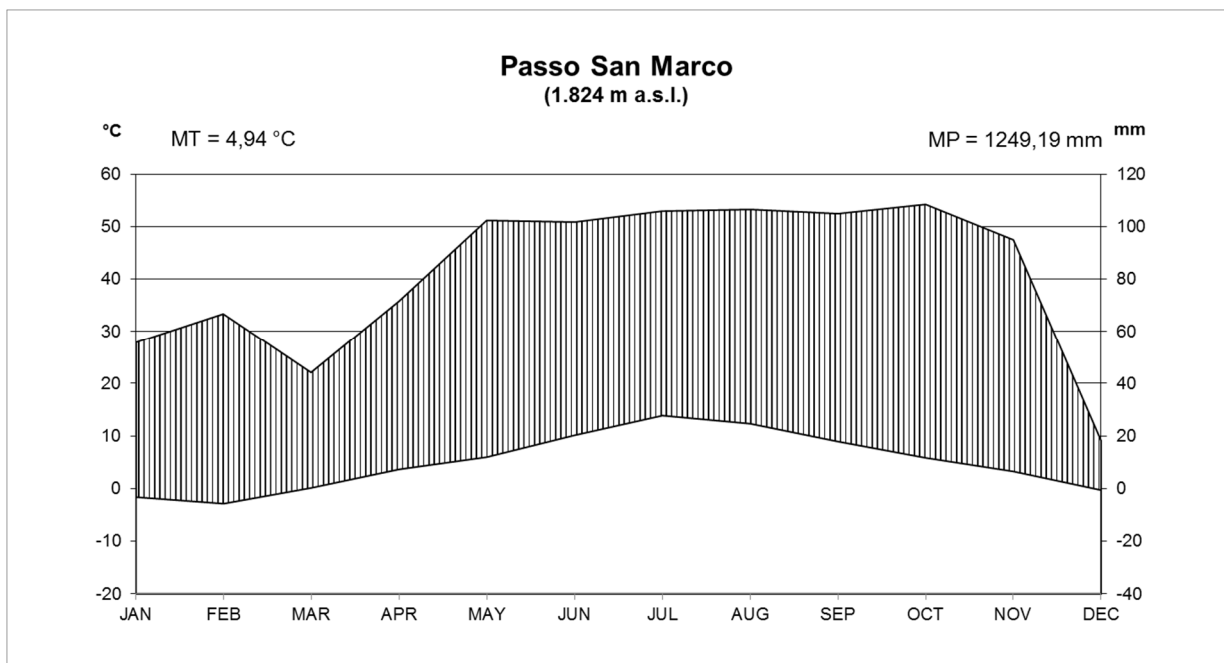


Fig. 2.2.2.1: climogramma per la stazione di Passo San Marco.

Continentalità Igrica		Continentalità termica	
Pma (mm)	1249,19	T. max (°C)	7,87
Quota (m)	1824	T. min (°C)	2,74
		Quota (m)	1.824
Gams Index	55,6224	Rivas-Martinez Idex	16,074

Tab. 2.2.2.3.: Indice di Gams e di Rivas Martinez (RIVAS MARTINEZ, 1996) per la stazione di Passo San Marco.

L'indice di Gams (OZENDA, 1985), di poco superiore a 50, denota un clima sub-oceanico che si avvicina al continentale, tipico della Valtellina, sul cui crinale di confine con le vallate bergamasche è posto il passo San Marco. Questo è confermato anche dall'indice di continentalità termica di Rivas-Martinez che indica una situazione di leggera continentalità. Da notare, inoltre, che secondo la carta pluviometrica della Lombardia di CERIANI & CARELLI (2000), proprio l'area del Passo San Marco è posta in una zona di minimo di precipitazione sul crinale orobico.

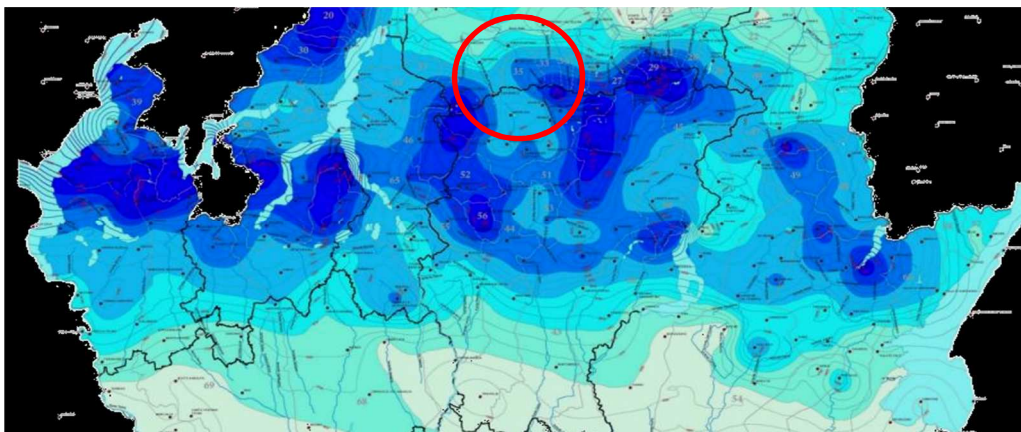


Fig. 2.2.2.2: carta pluviometrica della Lombardia (CERIANI & CARELLI, 2000). Notare il minimo pluviometrico sul crinale orobico in corrispondenza del passo san Marco (cerchio rosso).

2.3 ALTO LARIO

L'Alto Lario, incluso nelle Provincie di Como, Sondrio e nei Cantoni Ticino e Grigioni (Svizzera), comprende l'arco montano che costeggia la sponda occidentale del Lago di Como, includendo porzioni della Prealpi Luganesi e delle Lepontine Orientali, sviluppandosi in senso nord – sud. Il Monte Garzirola (2.116 m) costituisce la stazione più meridionale di *A. brevis* per questo settore. A nord ovest, vi è il Monte Camoghè (2.227 m), unica popolazione censita di *A. brevis* completamente in territorio elvetico. Ad ovest si trova il Pizzo di Gino (2.245 m) e la vicina Cima Pianchette (2.158 m). Tutti questi monti costituiscono la testata della Val Cavargna, delimitata a sud dalla Val Porlezza e dal Lago di Lugano (Fig.2.3.1).

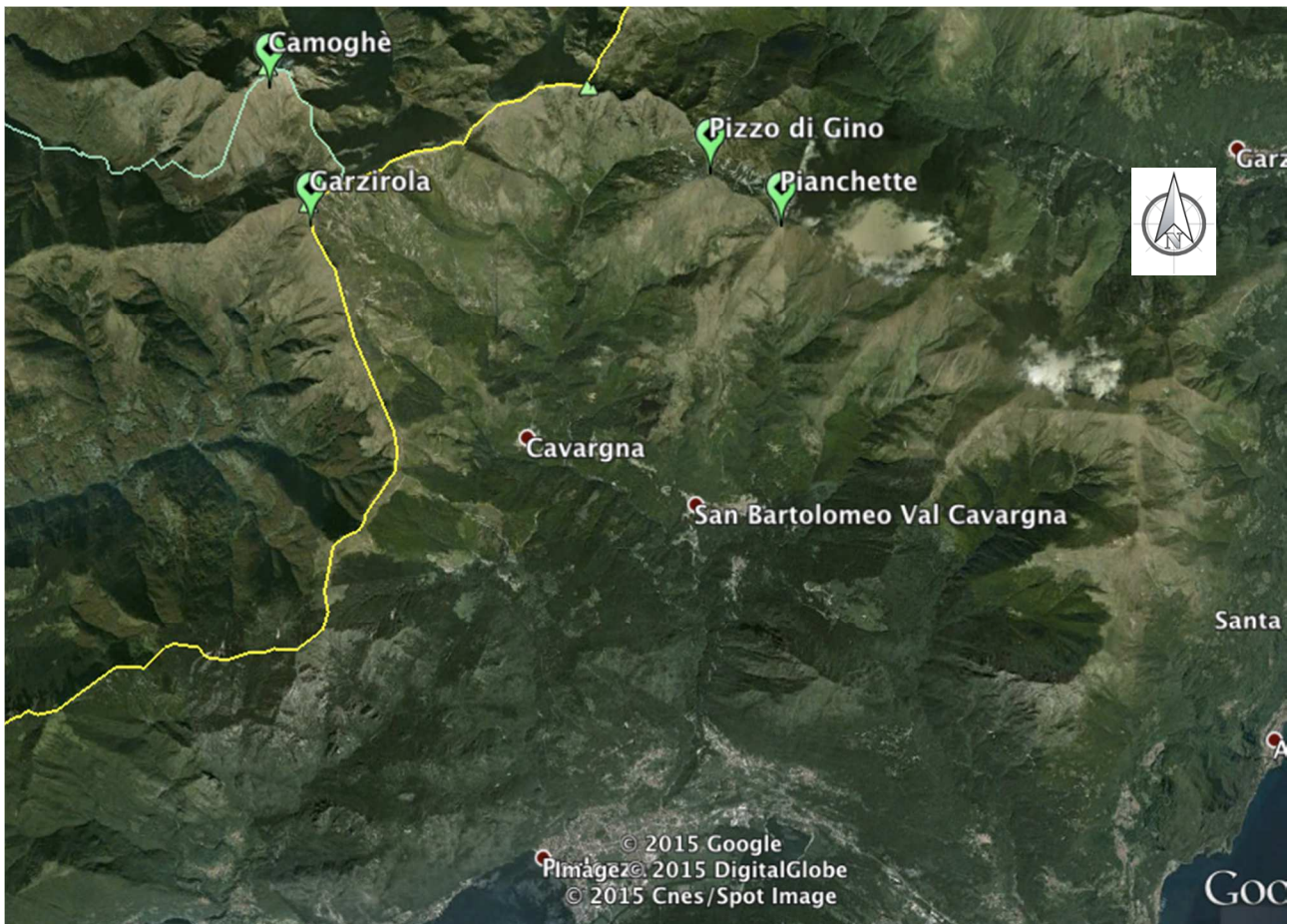


Fig. 2.3.1 Vista satellitare della Val Cavargna e dei monti Camoghè (2.227m), Garzirola (2.116m), Gino (2.245m), Pianchette (2.158m), stazioni più meridionali di *A. brevis* per il settore Alto Lario . Google Earth (2015)

Altre cime degne di nota sono (da ovest ad est): Vetta del Vallone (2.135 m), M. Stabiello (2.116 m), Cima Verta (2.079 m), Monte Tabor (2.079 m), Monte Bregano (2.107 m) e il Monte Grona (1.732 m) che, oltre ad essere il limite meridionale del Lario Settentrionale, rappresenta un'importante confine geologico poiché è attraversato dalla Linea della Grona, faglia che divide le formazioni dolomitiche (a sud) da quelle a micascisti e gneiss (a nord).



Fig. 2.3.2. Alto Lario. Il Monte Garziola (2.116 m) dal passo San Lucio (CO), a destra dell'immagine si intravede la Valle Segur e a sinistra la Valle Lavazee (CH). Foto F. Mangili, Maggio 2015.



Fig. 2.3.3 Alto Lario. La testata della Val Cavargna dal Monte Cucco (1.624 m). In primo piano il passo San Lucio e, da sinistra a destra, Monte Stabiello (2.116 m), Bocchetta Senavecchia (2.010 m), Pizzo di Gino (2.245 m), Bocchetta di Pianchette (2.065 m). Foto F. Mangili, ottobre 2015.

Le valli tributarie principali della Val Cavargna sono (da nord a sud): Vallone, Val Piazza, Valle Segur, Val di Careggio, Valle di Sebòl, con il fiume Cuccio di Cavargna che dalle pendici della Cima Verta sfocia nel Lago di Lugano. Altre valli caratterizzano la zona tra cui Val di Rezzo e Val Sanagra, tributarie rispettivamente del lago di Lugano e Como.

Proseguendo verso nord dallo snodo della Cima Verta, si giunge al Passo San Jorio (2.010 m) che, insieme all'omonima valle, divide la sezione SOIUSA delle Prealpi Luganesi da quella delle Alpi Lepontine. A partire da Sud, le principali vette di questa sezione sono la C. di Cugn (2.237) e la Marmontana (2.316 m), proseguendo verso nord (lungo il crinale di confine con la Svizzera) si toccano diverse cime che superano i 2.500 m: M. Cardinello (2.521 m), Pizzo Paglia (2.550 m) e Pizzo Campanile (2.459 m) oltre il quale l'arco si divide in due tronconi con direzione Nord ed Est, dei quali, per gli scopi di questo lavoro, interessa il troncone orientale, che prosegue nel Pizzo Cavregasco (2.535 m), Pizzo Ledù (2.503 m) e, infine, il Sasso Canale (2.411 m), che rappresenta la stazione di *A. brevis* più settentrionale del settore Alto Lario.

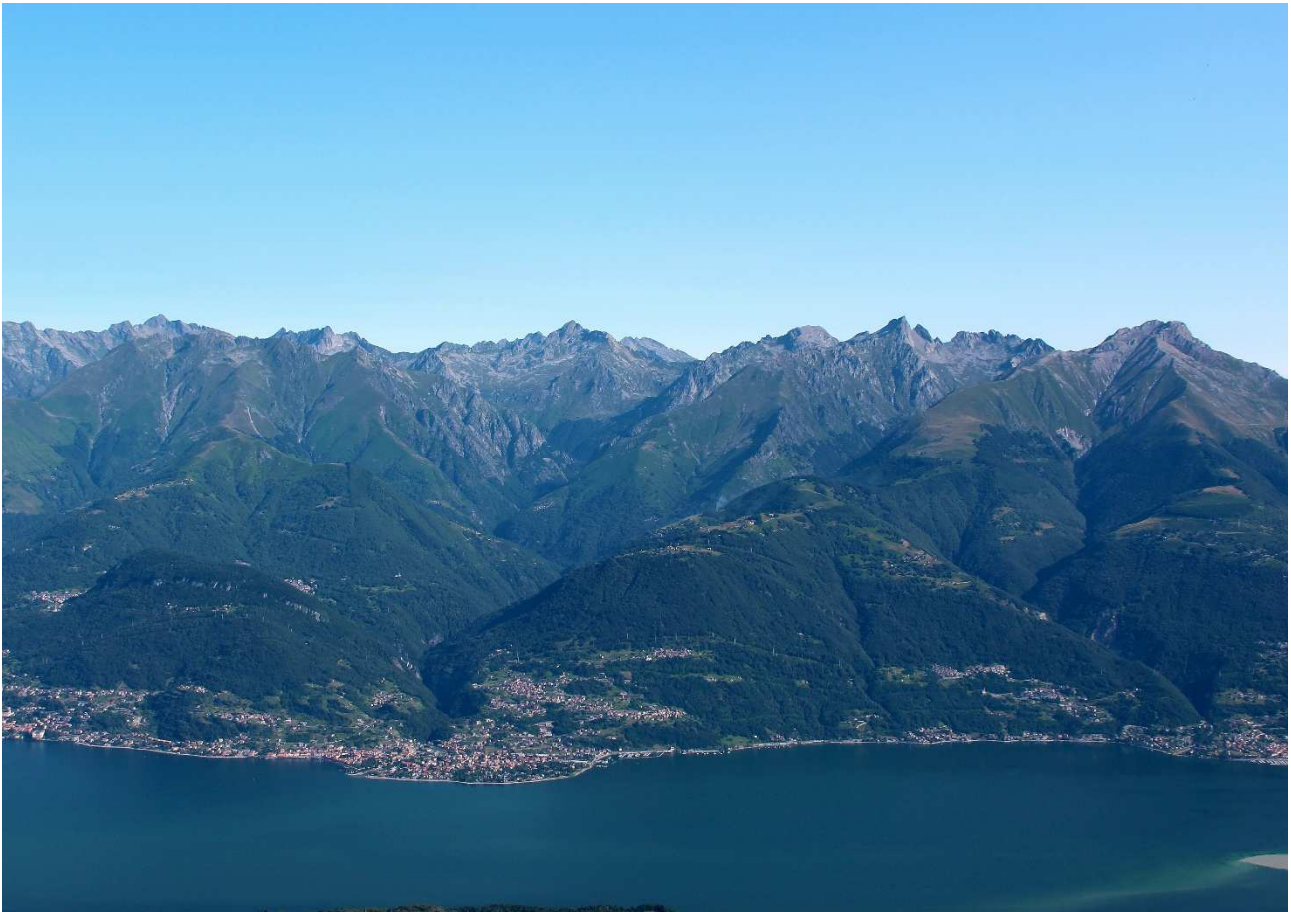


Fig. 2.3.4. Alto Lario. Panoramica delle Alpi Lepontine sud-orientali, dal passo di San Jorio (estrema sinistra) al Sasso Canale (estrema destra). Foto F. Mangili, luglio 2015.

2.3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La struttura geologica principale delle Prealpi Luganesi, in particolare della Val Cavargna, è la Linea della Grona, che con andamento Est – Ovest attraversa l'intero settore, partendo dall'abitato di S. Abbondio e proseguendo lungo il lato settentrionale della Val Porlezza. Questa faglia separa le rocce del Basamento Cristallino (Lario Settentrionale) dalla Dolomia Principale a Sud (Lario Meridionale). Le popolazioni di *A. brevis* sono localizzate nella porzione settentrionale di questo settore, su litologie appartenenti a formazioni antiche di origine precedente all'orogenesi alpina (VEZZOLI, 2010).

Di grande importanza è anche la Linea Insubrica, una delle più importanti faglie alpine, che separa le Alpi Centrali dalle Alpi Meridionali, nonché la placca Europea da quella Africana, con uno sviluppo Est-Ovest lungo tutta la bassa Valtellina. In questo settore, partendo dal Passo di San Jorio, separa le Prealpi Luganesi dalle Alpi Lepontine sud-orientali, creando, insieme alla Linea della Grona, il blocco dell'Alto Lario, dove prevalgono rocce metamorfiche, micascisti e paragneiss, derivanti dalla trasformazione di rocce sedimentarie. Le formazioni più diffuse sono:

GNEISS DI MORBEGNO: secondo la Carta Geologica della Provincia di Como 1:75.000 (SERRA, 2003), gli Gneiss di Morbegno costituiscono le creste di confine con il territorio Svizzero. Le creste in oggetto ospitano importanti popolazioni di *A. brevis*. Questa formazione è costituita da gneiss scuri biotitici con granato e rara muscovite, ricchi in grossi noduli di albite. Si presentano in grossi banchi a tessitura zonata, separati da sottili letti fortemente scistosi biotitici oppure decisamente quarziticci. Presente il plagioclasio, molto raro il feldspato potassico. Verso Nord la formazione sfuma in un litotipo micascistoso ricco di biotite, granato e staurolite.

SCISTI DEI LAGHI: affiorano in un'ampia porzione dell'Alto Lario Occidentale, facente capo al Pizzo di Gino. Questa formazione raggruppa micascisti e paragneiss contraddistinti da pieghe isoclinali assenti nelle formazioni limitrofe, ed in una marcata differenziazione metamorfica di bande micacee alternate a bande quarzose.

GNEISS GRANITICI E GRANODIORITICI: questo nome identifica i litotipi che affiorano nella porzione più settentrionale del crinale di confine tra Svizzera e Provincia di Como, lungo l'allineamento M. Cardinello – Pizzo Martello, proseguendo su entrambi i versanti della Valle di Darenzo e raggiungendo l'allineamento M. Sasso Canale – M. Corvegia (SERRA, 2002). I litotipi più diffusi corrispondono ad anatessiti, caratterizzate da tessitura debolmente orientata; meno frequenti le embrechiti listate, occhiate più distintamente scistose. Presenti numerose inclusioni lentiformi ricche di anfibolo e biotite. Questa formazione appartiene al basamento cristallino del Pennidico inferiore, ed è datata sulla base della stratigrafia all'Archeozoico.

QUARZODIORITE DEL BASSETTA: secondo la Carta Geologica della Provincia di Como (SERRA, 2002) questa formazione affiora lungo un allineamento che parte dal M. Marmontana – M. Torresella per proseguire lungo la destra idrografica della Valle di San Jorio, fino al del Dosso del Liro. Affiora nuovamente poco più ad oriente, all'imbocco della valle del fiume Livo, proseguendo fino agli abitati di Gera Lario e Sorico. Conosciuta anche con il nome di "serizzo", questa formazione rappresenta la facies più femica del massiccio intrusivo Val Masino – Val Bregaglia, ed affiora nelle aree più periferiche di questo batolite. Il tipo petrografico prevalente è una diorite quarzifera a grana media, a volte tendente al pofirico.

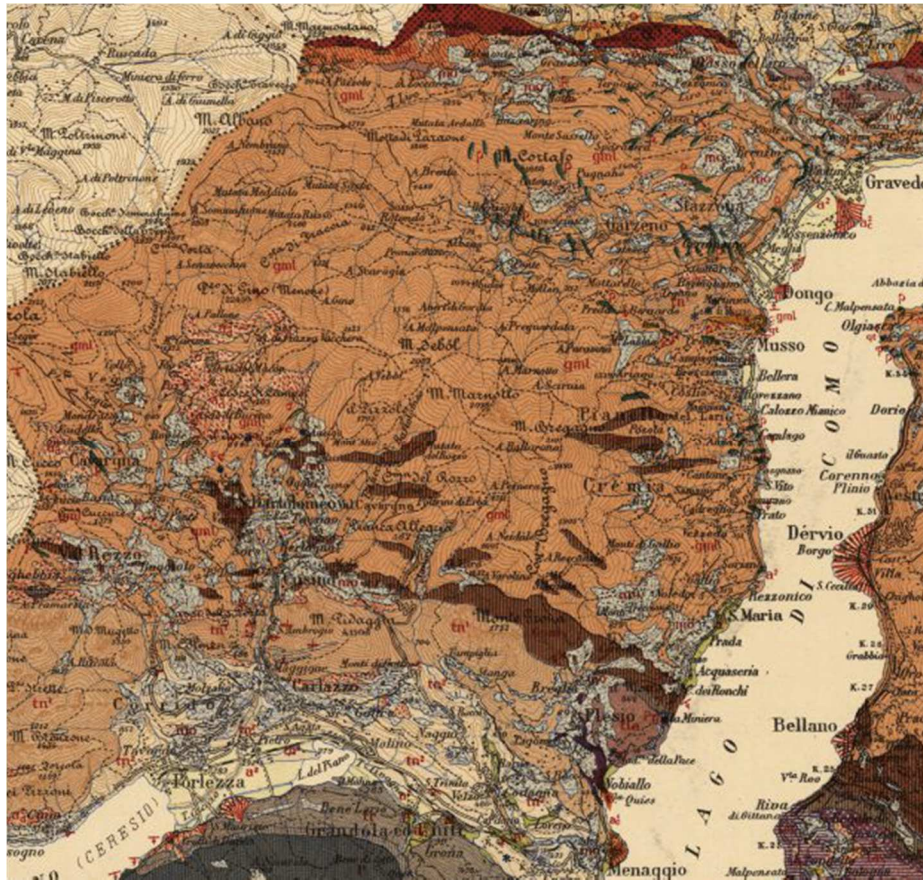


Fig. 2.3.1.1: Stralcio della Carta Geologica d'Italia 1 : 100 000 riguardante l'area dell'Alto Lario. Il colore arancione indica rocce gneissico - granitoidi, il marrone gli ortogneiss, il grigio chiaro dolomie e il grigio scuro calcari selciosi.

2.3.2 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Per l'inquadramento climatico dell'Alto Lario si è fatto riferimento ai dati di temperatura giornalieri disponibili presso ARPA – Lombardia nel periodo 2013 -2016, dalle centraline di Porlezza (291 m), Garzeno (581 m) e Cavargna (1.100 m). A causa della prossimità della centralina di Cavargna ad alcune popolazioni di *A. brevis* sono stati utilizzati i dati relativi alla pluviometria per lo stesso periodo per la realizzazione di un chimogramma, seppure il periodo di disponibilità dei dati è molto limitato.

Staz.	Quota	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Media
Porle.	291 m	4,1	5,7	9,6	13,4	16,0	20,1	23,1	21,4	17,5	13,5	9,0	5,2	13,2
Garze.	581 m	3,9	4,8	8,7	12,3	15,1	18,3	21,6	20,2	16,5	12,4	8,6	5,9	12,4
Cavarg.	1100 m	2,4	2,5	5,8	12,3	16,9	19,7	21,6	19,7	18,1	14,2	10,2	7,2	10,3

Tab. 2.3.2.1: temperature medie mensili in °C (2013-2016) presso le stazioni ARPA di Porlezza (Porle), Garzeno (Garze.) e Cavargna (Cavarg).

Le temperature più elevate sono raggiunte in tutte le stazioni nel mese di Luglio, mentre le più basse a gennaio. L'escursione termica annua è per tutte le stazioni > di 16 °C, compatibile con un clima di tipo suboceanico, e non si osservano periodi prolungati di gelo.

<i>Gennaio</i>	<i>Febbraio</i>	<i>Marzo</i>	<i>Aprile</i>	<i>Maggio</i>	<i>Giugno</i>	<i>Luglio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Settembre</i>	<i>Ottobre</i>	<i>Novembre</i>	<i>Dicembre</i>	<i>TOT</i>
146,4	161,1	83,9	101,7	195,4	102,8	112,3	108,4	108,6	190,4	230,3	105,2	1953,8

Tab 2.3.2.2: precipitazioni medie mensili in mm (2013-2016) presso Cavargna, 1.100 m.

Il massimo delle precipitazioni a Cavargna si concentra nel autunnale, tra novembre ed ottobre, con un massimo anche in primavera a maggio, mentre il minimo nel periodo primaverile a marzo.

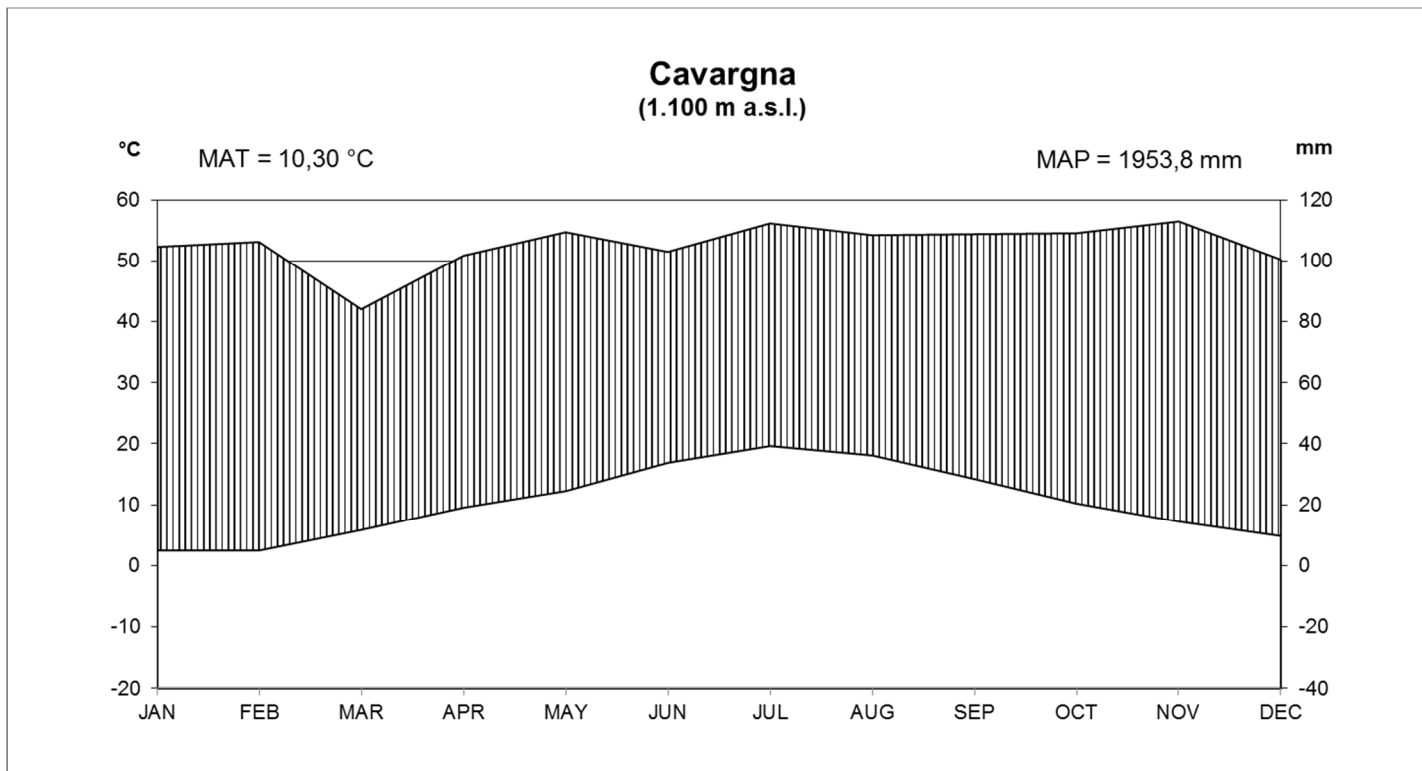


Fig. 2.3.2.1: climogramma per la stazione di Cavargna.

Continentalità Igrica		Continentalità termica	
Pma (mm)	1953,8	T. max (°C)	14,65
Quota (m)	1.100	T. min (°C)	7,03
		Quota (m)	1.100
Gams Index	29,39465	Rivas-Martinez Index	14,22

Tab. 2.2.2.3: Indice di Gams e di Rivas Martinez (RIVAS MARTINEZ, 1996) per la stazione di Cavargna

Sia l'indice di continentalità termica che l'indice di Gams (OZENDA, 1985) indicano come l'area di Cavargna abbia un clima tipicamente oceanico, caratterizzato da elevate precipitazioni unite a temperature non troppo elevate in estate e non troppo rigide in inverno. Da notare che secondo la carta pluviometrica della Lombardia di CERIANI & CARELLI (2000), proprio l'area di Cavargna è una delle zone con le più alte precipitazioni in Lombardia.

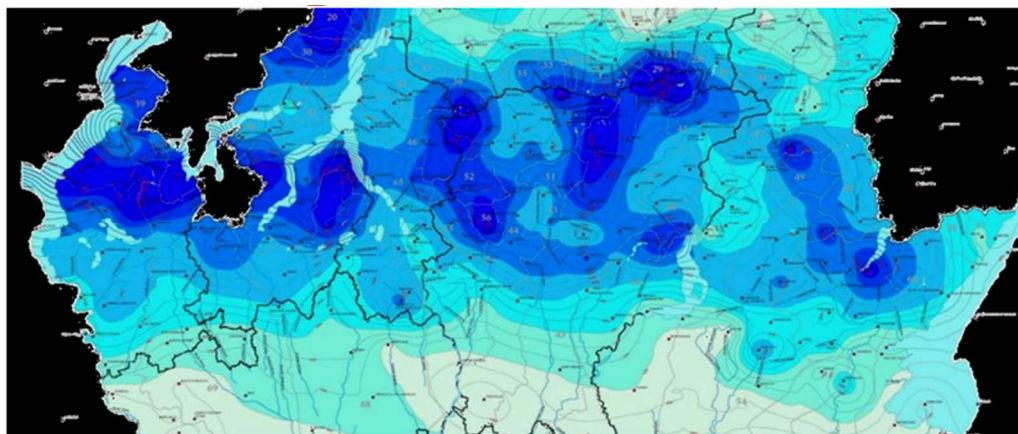


Fig. 2.3.2.2: carta pluviometrica della Lombardia (CERIANI & CARELLI, 2000). Notare il massimo pluviometrico su Cavargna.

2.4 LE ALPI RETICHE SUD-OCCIDENTALI

In questo settore le ricerche si sono concentrate nella Val Masino (localizzata interamente nella Provincia di Sondrio) prima valle tributaria della Valtellina dallo sbocco nel lago di Como in destra idrografica. Essa è costituita da numerose valli secondarie di cui si riportano le più importanti (da sud a nord): Valle di Spluga, Valle di Sasso Bisolo, Valle dei Bagni, Val di Mello, Val dell'Oro, Val Porcellizzo. È attraversata da numerosi corsi d'acqua, tutti confluenti nel torrente Masino, il quale sfocia, all'altezza di Ardenno, nel fiume Adda. Le ricerche di *A. brevis*, sulla base della bibliografia esistente (SCHÖENSWETTER *et al.*, 2003), si sono concentrate nella zona nord occidentale, in particolare nella Valle dell'Oro e nella Val Porcellizzo. Le testate di queste valli sono caratterizzate da montagne che sfiorano o superano i 3.000 m di quota, arrivando ad ospitare nevai e ghiacciai relitti (SMIRAGLIA & DIOLAIUTI, 2015) sul lato meridionale. Le creste settentrionali fanno da spartiacque con la Svizzera. Le vette più importanti sono (in un arco da sud-ovest a nord-est) la Cima del Calvo (2.967 m), il Pizzo Ligoncio (3.032 m), i Pizzi dell'Oro (2.620 m) e la Cima del Barbacan (2.738 m), il Pizzo Badile (3.308 m) ed il Pizzo Cengalo (3.369 m). Ad ovest di questi monti si sviluppano la Val Codera e la Valle dei Ratti, tributarie della Bassa Valchiavenna. I passi esplorati per il presente studio sono: Passo dell'Oro (2.526 m), Passo Barbacan (2.650 m), Passo Porcellizzo (2.950 m), più il vasto pianoro granitico alla base dei pizzi Badile e Cengalo. L'intero settore è caratterizzato da impervie pareti rocciose verticali o subverticali di granito che rendono inaccessibili gran parte delle creste, consentendo un accesso ragionevolmente agevole solo in corrispondenza di pochi determinati intagli (passi).



Fig. 2.4.1 Vista da satellite delle Alpi Retiche sud-occidentali (Val Masino). A nord si stagliano, sulla Val Porcellizzo, i Pizzi Cengalo (3.370 m) e Badile (3.308 m). A sud troviamo il Pizzo Ligoncio (3.032 m) che fa da angolo tra la Valle dell'Oro e la Val Ligoncio. Passi esplorati in questo lavoro: Passo dell'Oro (2.526 m), Passo Barbacan (2.650 m), Passo Porcellizzo (2.950 m), più il vasto pianoro alla base dei pizzi Badile e Cengalo.. Rielaborato da Google Earth (2015).



Fig. 2.4.2. Alpi Retiche sud-occidentali, vista sulla testata della Val Porcellizzo. Si possono osservare le impervie pareti rocciose granitiche del P. Badile (3.308 m) e P. Cengalo (3.369 m). Foto F. Mangili, luglio 2015.



Fig. 2.4.3. Alpi Retiche sud-occidentali, vista dalla testata della Valle dell'Oro sulla valle dei Bagni di Masino. In primo piano sulla sinistra il Monte Boris (2.497 m), sulla destra parte della Val Ligoncio con la Cima del Calvo (2.967 m), sullo sfondo, le Orobie Valtelinesi. Foto F. Mangili luglio 2015.

2.4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'intera area delle Alpi Retiche Sud-Occidentali è nota petrograficamente come “massiccio intrusivo Val Masino – Val Bregaglia”. E' costituito da una complessa intrusione polifasica di rocce da granitiche a granodioritiche. Esso è incassato in rocce dei basamenti pennidico e austroalpino e dalla copertura pennidica. La parte meridionale di questo blocco intrusivo, di aspetto più scuro, è nota come “serizzo”, mentre la porzione settentrionale, più chiara come “ghiandone”, quest'ultima caratterizzata dalla presenza di megacristalli di feldspato potassico (GREGNANIN, 1990). La valle è inoltre caratterizzata da numerosi circhi di origine glaciale con piccoli ghiacciai e nevai relitti presso il Pizzo Badile e il Pizzo Cengalo (SMIRAGLIA & DIOLAUTI, 2015). I contorni della valle sono caratterizzati da imponenti pareti rocciose a nord e ad ovest (Pizzo Badile, Pizzo Ligoncio). Abbondanti sono anche i depositi di origine morenica, specie nei pressi del rifugio Gianetti. La litologia è, come sopra riportato, costituita esclusivamente da graniti facenti parte delle formazioni del ciclo magmatico alpino, in particolare da un solo litotipo:

Quarzodiorite della Val Masino (Cenozoico): denominata localmente “ghiandone” è la roccia prevalente nel settore centro-settentrionale del massiccio intrusivo della Val Masino – Val Bregaglia. É una roccia di colore chiaro, con tessitura spesso orientata, granitoida a facies porfirica con macrocristalli di feldspato potassico e con possibili lenti di anfiboliti inglobate. Origina pareti verticali o subverticali, caratterizzate alla base da estesi pianori e/o conoidi con clasti di scala da metrica a decametrica.

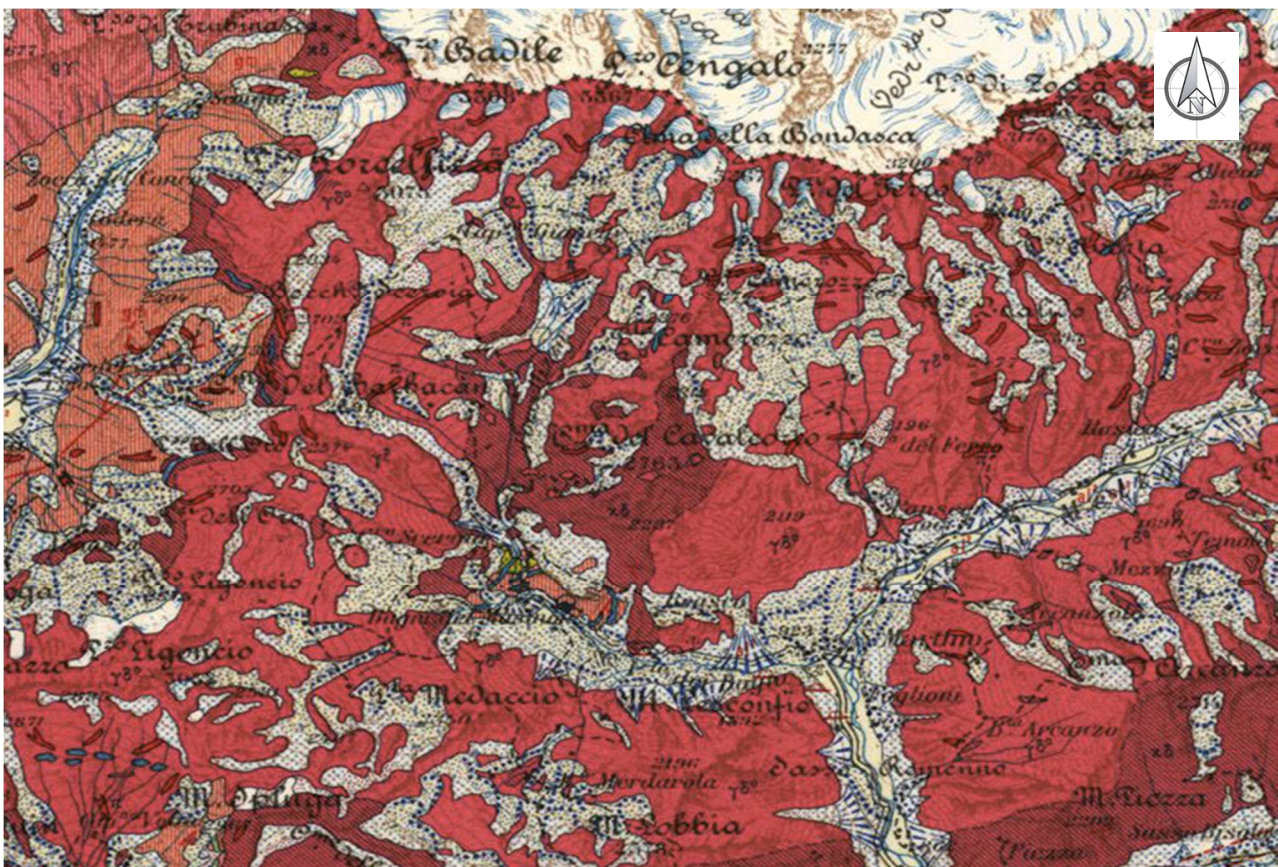


Fig. 2.4.4. Porzione della carta geologica d'Italia 1:100.000. In rosso e rosso-mattone gli affioramenti quarzodioritici rispettivamente del “ghiandone” e del “serizzo”. Notare come le rocce intrusive dominano tutta l'area in esame.

2.4.2 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Per l'inquadramento climatico delle Alpi Retiche sud-occidentali si è fatto riferimento ai dati di temperatura giornalieri disponibili presso ARPA – Lombardia nel periodo 2011 -2015, dalle centraline di Morbegno (202 m), San Martino (943 m) e Bagni di Masino (1.191 m). A causa della massima prossimità della centralina di Bagni di Masino ad alcune popolazioni di *A. brevis* sono stati utilizzati i dati relativi alla pluviometria per lo stesso periodo per la realizzazione di un climogramma.

Staz.	Quota	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Media
Morb.	202 m	3,8	4,4	10,4	14,1	16,8	21,7	23,1	22,8	19,1	13,6	8,5	4,1	13,5
S.Mart.	943 m	0,9	0,0	4,6	8,3	11,0	15,4	17,6	17,1	13,6	9,1	5,3	1,7	8,7
Bagni	1191m	-0,7	-1,9	3,2	7,2	10,1	14,8	16,2	16,0	12,5	7,7	3,5	0,1	7,4

Tab. 2.4.2.1: temperature medie mensili in C° (2011-2015) presso le stazioni ARPA di Morbegno (Morb.), San Martino (S. Mart.) e Bagni di Masino (Bagni di Masino).

Le temperature più elevate sono raggiunte in tutte le stazioni nel mese di Luglio, mentre le più basse oscillano tra gennaio (Morbegno) e febbraio (San Martino e Bagni). L'escursione termica annua è per tutte le stazioni > di 16 C°, compatibile con un clima di tipo suboceanico. Da notare il periodo di gelo tra gennaio e febbraio per le stazioni di Bagni e San Martino.

Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	TOT
113,0	77,4	66,8	186,6	186,9	142,7	119,2	125,9	115,4	186,5	271,9	89,6	1682,5

Tab 2.4.2.2: precipitazioni medie mensili in mm (2011-2015) presso Bagni di Masino, 1.191 m.

La stazione di Bagni di Masino presenta due massimi di accumulo pluviometrico, uno primaverile (aprile – maggio) ed uno autunnale (ottobre – novembre), con un minimo a dicembre.

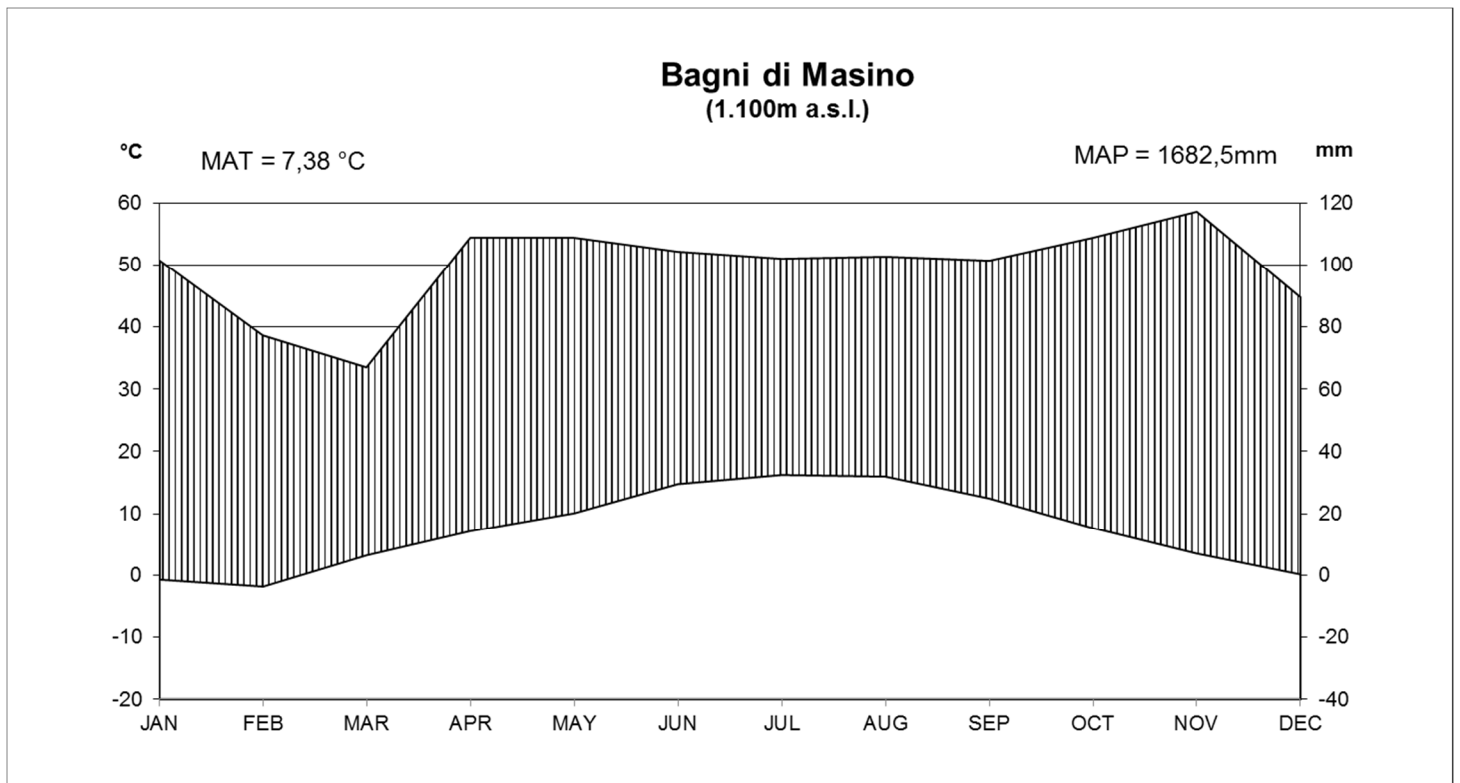


Fig. 2.4.2.1: climogramma per la stazione di Bagni di Masino

Continentalità Igrica		Continentalità termica	
Pma (mm)	1682,52	T. max (°C)	11,61
Quota (m)	1.191	T. min (°C)	4,31
		Quota (m)	1.191
Gams Index	33,19273	Rivas-Martinez Idex	14,22

Tab. 2.4.2.3: Indice di Gams (OZENDA, 1985) e di Rivas Martinez (RIVAS MARTINEZ, 1996) per la stazione di Bagni di Masino.

Entrambi gli indici indicano un clima umido di tipo suboceanico (< 45). Da notare che la stazione di Bagni di Masino si colloca nell'area più piovosa della Valtellina (ad eccezione del crinale orobico) altrimenti caratterizzata da un clima molto più secco (CERIANI & CARELLI, 2000).

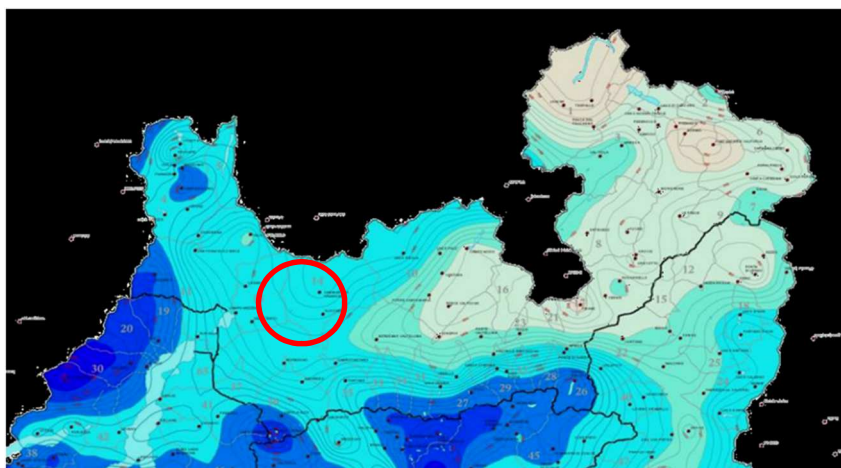


Fig. 2.4.2.2: carta pluviometrica della Lombardia (CERIANI & CARELLI, 2000). Notare che la stazione di Bagni di Masino si colloca nella porzione più piovosa della Valtellina retica.

3 LA TEORIA CSR

Per comprendere al meglio la distribuzione di una specie, soprattutto di quelle con una definita ecologia come *A. brevis* è molto importante caratterizzare in modo quantitativo le esigenze ecologiche della specie in oggetto: questo è possibile farlo studiando le strategie di sopravvivenza, come proposto da GRIME (1977) Nelle diverse specie di piante le strategie di sopravvivenza, che includono la forma biologica, il ciclo vitale, le modalità di riproduzione ecc..., sono una conseguenza diretta dell'evoluzione. Questa ha portato differenti specie a sviluppare adattamenti, non solo alle componenti abiotiche dei diversi ambienti nei quali vivono, ma anche alle diverse relazioni biotiche che si instaurano tra esse e le altre forme di vita che coesistono nello stesso habitat. Questo insieme di complesse relazioni viene indicato sotto il nome di ecosistema, la cui componente abiotica è costituita da fattori fisici (luce, calore, precipitazioni, umidità, vento, granulometria del suolo, altitudine, esposizione, inclinazione...) e chimici (quali presenza di macro e micro elementi), mentre la componente biotica è rappresentata dalla competizione interspecifica e intraspecifica, dalla simbiosi, dalla microbiologia del suolo e dal disturbo antropico. Inevitabilmente ogni pianta rispecchia l'ecosistema in cui vive, e, in particolare, la nicchia ecologica che occupa, intesa come ruolo occupato da una specie all'interno dello stesso ecosistema (PIGNATTI 1995).

Sintetizzando i fattori ecologici che influenzano la vita e lo sviluppo delle piante, l'ecologo britannico J. Philip Grime, nel 1977, propose un sistema di classificazione delle strategie di sopravvivenza delle piante basato su tre strategie fondamentali, intese come risposta adattativa al disturbo ed allo stress presente nel loro habitat particolare: Competitiva, Stress-tollerante, Ruderale. Per disturbo è inteso qualunque fattore esterno alla comunità vegetale che arreca un danno alla stessa in termini di perdita di fitomassa: ne sono esempio incendi, taglio, pascolo. Lo stress, invece, indica quei fattori ambientali che portano a una limitazione della produttività, quali possono essere, ad esempio lo stress idrico da aridità, lo stress termico da eccessivo caldo o eccessivo freddo. Le diverse strategie sono una risposta ai diversi livelli di stress e/o disturbo presenti in natura:

Specie Stress Tolleranti: organismi sottoposti a forte stress e un basso disturbo. Si tratta di una strategia messa in atto da specie che crescono in ambienti molto difficili sottoposti a dure condizioni climatiche o edafiche, e si tratta, tipicamente, di specie perenni. Ne sono un esempio specie come *Saxifraga vandellii* Sternb., pianta che colonizza rupi verticali carbonatiche praticamente prive di suolo ed esposte alla radiazione solare ed agenti atmosferici (stress), ma pressoché prive elementi di disturbo.



Fig. 3.1: *S. vandellii*. Esempio di specie a strategia stress-tollerante.

Specie Ruderali: organismi sottoposti a forte disturbo, ma basso stress. Questa strategia è messa in atto da specie che vivono in ambienti molto rimaneggiati sia per cause naturali (greti), che artificiali come i margini di marciapiedi (disturbo), ma, generalmente senza condizioni edafiche o climatiche estreme (assenza di stress). Sono inoltre caratterizzate da cicli di vita piuttosto rapidi (annuali). Ne è un esempio una specie come *Chaenorhinum minus* (L.) Lange.

Fig. 3.2: *C. minus*. Esempio di specie a strategia ruderale.



Specie Competitive: organismi non sottoposti a stress e nemmeno a disturbo, tipici di ambienti stabili ricchi di nutrienti, privi di eventi destabilizzanti. Una caratteristica unica rispetto alla specie stress-tolleranti o ruderali è di essere provvisti di foglie di grandi dimensioni, oltre, rispetto alla ruderali, avere un ciclo di vita perenne ed una riproduzione tardiva. Ne è un esempio *Cicerbita alpina* (L.) Wallr.

Fig. 3.3: *C. alpina*. Esempio di specie a strategia competitiva.



Queste tre differenti strategie possono essere espresse in diversa misura dalle diverse specie, tramite diversi caratteri. E' però evidente come alcuni caratteri vantaggiosi per una strategia (es: foglie larghe in grado di produrre molta biomassa e ombreggiare individui concorrenti, per specie competitive) possono essere svantaggiose per un'altra strategia: ad esempio, le foglie larghe, con il loro alto tasso di traspirazione, non sono adatte a luoghi aridi che impongono foglie poco traspiranti, più adatte ad una strategia stress-tollerante. L'adattamento ad una strategia, di conseguenza, rende meno adatto l'organismo ad un'altra strategia, instaurando così un meccanismo di trade-off, base per la rappresentabilità delle diverse strategie in un grafico di tipo triangolare come proposto da GRIME (1981).

J. G. Hodgson (HODGSON *et al.*, 1999) ha proposto un metodo per attribuire alle diverse piante le strategie sopra descritte, facendo riferimento ai *functional traits* ovvero ai caratteri morfologici o funzionali ed in particolare ai *soft traits* cioè caratteri di facile e veloce misurazione. I *soft traits* sono di seguito elencati:

- altezza (*canopy height*, mm)
- peso secco della foglia (*leaf dry matter content*, %)
- periodo di fioritura (*flowering period*, mesi)
- inizio del periodo di fioritura (*flowering start*, mese)
- allargamento laterale della pianta (*lateral spread*, basato su sei classi)
- superficie specifica della foglia (*specific leaf area*, mm² /mg)

Il metodo proposto da Hodgson, tuttavia, presenta dei limiti nel suo utilizzo, in quanto la misura di alcuni caratteri può essere piuttosto soggettiva (*lateral spread*) o variare anche molto a seconda delle stagioni (*flowering period*, *flowering start*). Un altro problema, a lungo dibattuto, riguarda l'applicabilità del metodo al di fuori dell'area di messa a punto (Isole Britanniche); inoltre non è utilizzabile per quanto riguarda le piante arboree. Significativo, a riguardo, è il lavoro di CACCIANIGA *et al.* (2006) svolto sulla piana proglaciale del ghiacciaio del Rutor (AO) che dimostra la piena efficienza del metodo anche al di fuori dal contesto insulare inglese. Per superare questi problemi, in particolare la soggettività della misura di alcuni *traits*, PIERCE *et al.* (2013) hanno riveduto e corretto il metodo di classificazione CSR in modo tale da renderlo adatto e di più facile applicazione a tutte le piante vascolari, incluse quelle arboree. Le semplificazioni adottate ci permettono di prendere in considerazione per l'attribuzione della strategia CSR solamente tre caratteri, riguardanti il materiale fogliare:

- Area della foglia (*leaf area*, LA) espressa in mm² .
- Peso secco della foglia (*leaf dry matter content*, LDMC) espresso in % sul peso totale.
- Area specifica della foglia (*specific leaf area*, SLA) espressa in mm²/mg.

LDMC e SLA definiscono il *leaf economic spectrum*, che esprime, principalmente, la posizione di una specie sul gradiente S-R, a cui è aggiunto il parametro dimensionale LA che esprime, invece, la componente C. Questi valori vengono trasformati in percentuali di stress tolleranza, ruderalità e competitività che a loro volta possono essere visualizzati in un grafico triangolare detto *trade-off triangle*, secondo quanto proposto da PIERCE *et al.* (2013), il quale ha utilizzato misurazioni dei valori di LA, LDMC e SLA di 678 specie di angiosperme della flora mondiale per trasformare in componenti C,S,R individuate tramite un'analisi di ordinamento. Recentemente Pierce *et al.* (2016) ha ulteriormente perfezionato il sistema, mantenendo l'uso degli stessi parametri ma rendendo ancora

più precise le attribuzioni di strategia, grazie alla validazione dei precedenti parametri impiegando molte più specie (3.068), tra cui anche le specie alpine del genere *Androsace* i cui valori di SLA, LDMC e LA sono stati ottenuti nel corso del presente lavoro di ricerca.

Nella tabella sottostante sono riportate le strategie CSR secondo GRIME *et al.* (1988) e secondo PIERCE *et al.*, (2013) per 36 specie della flora del Nord-Italia.

Species	Predicted by Grime, Hodgson & Hunt (2007) [ISP]	Determined by new CSR classification, this study
<i>Agrostis capillaris</i>	CSR	S/SR
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	SR/CSR	S/CSR
<i>Anthriscus sylvestris</i>	C/CR	CR
<i>Arabidopsis thaliana</i>	SR	R
<i>Arrhenatherum elatius</i>	C/CSR	SR/CSR
<i>Brachypodium rupestre</i>	SC	SC/CSR
<i>Briza media</i>	S/CSR	S/SC
<i>Bromus erectus</i>	SC/CSR	S/SC
<i>Bromus sterilis</i>	R/CR	S/SC
<i>Campanula rotundifolia</i>	S/CSR	SR
<i>Carex flacca</i>	S	SC/CSR
<i>Centaurea scabiosa</i>	SC/CSR	C/SC
<i>Chenopodium album</i>	CR	R/CR
<i>Dactylis glomerata</i>	C/CSR	CR
<i>Deschampsia flexuosa</i>	S/SC	S
<i>Dryas octopetala</i>	S/SC	S
<i>Epilobium angustifolium</i>	C	CR/CSR
<i>Epilobium hirsutum</i>	C	CR/CSR
<i>Erigeron canadensis</i>	SR	SR
<i>Eriophorum vaginatum</i>	S/SC	S
<i>Festuca rubra</i>	CSR	SR
<i>Galium aparine</i>	CR	R
<i>Helianthemum nummularium</i>	S	S
<i>Hieracium pilosella</i>	S/CSR	S/SC
<i>Holcus lanatus</i>	CSR	SC/CSR
<i>Koeleria cristata</i>	S	S/SC
<i>Leontodon hispidus</i>	CSR	SR/CSR
<i>Lolium perenne</i>	CR/CSR	R/CR
<i>Lotus corniculatus</i>	S/CSR	S/SC
<i>Origanum vulgare</i>	SC/CSR	S
<i>Plantago lanceolata</i>	CSR	C/SC
<i>Poa annua</i>	R	R/CR
<i>Poa trivialis</i>	R/CSR	S/SR
<i>Rumex acetosella</i>	SR/CSR	R/CR
<i>Thymus praecox</i>	S	S/SR
<i>Urtica dioica</i>	C	CR

Tab. 3.1 Strategia CSR secondo GRIME, HODGSON & HUNT (1988) e secondo PIERCE *et al.* (2013).

4 MATERIALI E METODI

4.1 CARTOGRAFIA DI DETTAGLIO DELL'AREALE

La cartografia di dettaglio dei diversi settori dell'areale di *A. brevis* è stata realizzata mediante software GIS (QGIS 2.0) basandosi sui dati puntuali GPS (Garmin eTrex™ 30R) raccolti per le varie stazioni censite. Il lavoro cartografico si è sviluppato nelle seguenti fasi:

- Caricamento dell'ortofoto della regione Lombardia reperita dal plug-in mappe Bing;
- Dal geo-portale della regione Lombardia (www.geoportale.regione.lombardia.it) è stato scaricato lo shapefile delle curve di livello a scala 1:10.000;
- Tramite la tabella degli attributi del file .shp precedentemente caricato, è stato applicato un filtro per selezionare le isoipse con quota 2.000 m, 2.200 m, 2.400 m e in seguito si è esportato il layer così ottenuto in un nuovo file .shp;
- Al fine di visualizzare le vette delle montagne principali è stato creato un layer puntuale, sfruttando l'ortofoto per collocare con la massima precisione i maggiori punti quotati (cime), successivamente salvato in un nuovo file .shp;
- Sempre sulla base della ortofoto, e dello shape delle curve di livello oltre 2.000 m è stato creato un layer lineare in cui sono stati disegnati tutti crinali con quota superiore ai 2000 m nella porzione di territorio interessata allo studio;
- Infine, si è caricato il file .gpx con dati GPS delle stazioni di *A. brevis* e, creando un layer lineare, sono stati evidenziati i crinali che ospitano le popolazioni della pianta. Da quest'ultima operazione è stato possibile, poi, misurare i chilometri di crinali in cui *A. brevis* è presente su tutto il territorio considerato.

4.2 CONTEGGI SULLE POPOLAZIONI E REALIZZAZIONE DEL DATABASE

Le popolazioni di *A. brevis* sono state individuate basandosi sull'areale storico noto dalla bibliografia esistente (CESATI, 1848; ARTARIA, 1893; PROVASI, 1922-1925; CHENEVARD, 1914; BECHERER, 1969; VALOTI, 1993; FERRANTI, 1997; SCHÖENSWETTER *et al.*, 2003; MARTINI *et al.*, 2012): ogni stazione presente nei suddetti lavori è stata accuratamente esplorata, senza trascurare aree limitrofe dove la specie non era mai stata indicata precedentemente. Il censimento è quindi stato condotto fotografando tutti i pulvini in ogni stazione individuata, archiviando le foto, e, successivamente, riportando in un database in formato excel primariamente la seguente serie di dati:

- Numero di **popolazioni** per stazione: È stata considerata come popolazione un raggruppamento di individui uniformemente distribuito sul territorio e separato da altri gruppi da almeno 5 metri;
- Numero di **individui**: intesi come singoli pulvini;
- Numero di **rosette**: vive per individuo.
- Numero di **frutti**: eventualmente presenti;
- Tipo di **substrato**: sono state sintetizzate 3 classi di substrati: roccia in posto "RIP" (Fig. 4.2.1), detrito "DET" (Fig. 4.2.3) e detrito colonizzato da altra vegetazione "DETCON" (Fig. 4.2.3);
- **Inerbimento** del pulvino. Sono state realizzate 3 classi: pulvino libero "0" (Fig. 4.3.1), pulvino con erba non coprente "1" (Fig. 4.3.3), pulvino coperto "2" (Fig. 4.3.2);



Fig. 4.2.1 Pulvino di *A. brevis* su roccia in posto, con pulvino compatto e libero dall'erba, in fase di fruttificazione. Rifugio Benigni 2.260 m. Foto F. Mangili



Fig. 4.2.2 Pulvino di *A. brevis* in fase di fioritura, inerbrimento 2 su detrito colonizzato (DETCO). Bocchetta d'Inferno, 2.315 m.
Foto F. Mangili.



Fig. 4.2.3 Pulvino su detrito (DET) con erba non coprente (inerbrimento 1). Pizzo Tre Signori 2.070 m. Foto F. Mangili

Oltre ai dati relativi al pulvino sono stati raccolti anche dati stazionali di quota, località di ritrovamento, settore di appartenenza, e, ogni pulvino è stato classificato secondo 4 classi dimensionali:

- CL1: pulvino composto da **1-10** rosette
- CL2: pulvino composto da **10-30** rosette
- CL3: pulvino composto da **30-70** rosette
- CL4: pulvino composto da più di **70** rosette

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Popolazione	individuo (c)	quota	substrato	substrato (C)	n° fiori	o frutti	rosette	inerbime	ONTAG	AREAL	CL. 1 (1-1)	CL. 2 (10-3)	CL. (30-7)	CL. (70+)			
2	Benigni 1	BEN5	2260	DET	1	2	22	0	4	1	0	1	0	0			
3	Benigni 1	BEN23(a)	2260	DETCO	2	0	5	1	4	1	1	0	0	0			
4	Benigni 1	BEN23(c)	2260	DETCO	2	0	6	1	4	1	1	0	0	0			
5	Benigni 1	BEN22	2260	DETCO	2	0	11	2	4	1	0	1	0	0			
6	Benigni 1	BEN23(b)	2260	DETCO	2	0	25	1	4	1	0	1	0	0			
7	Benigni 1	BEN3	2260	DETCO	2	0	39	2	4	1	0	0	1	0			
8	Benigni 1	BEN4	2260	DETCO	2	0	65	1	4	1	0	0	1	0			
9	Benigni 1	BEN16	2260	RIP	0	0	6	0	4	1	1	0	0	0			
10	Benigni 1	BEN21	2260	RIP	0	1	7	1	4	1	1	0	0	0			
11	Benigni 1	BEN2 (a)	2260	RIP	0	0	12	0	4	1	0	1	0	0			
12	Benigni 1	BEN24	2260	RIP	0	0	12	0	4	1	0	1	0	0			
13	Benigni 1	BEN6	2260	RIP	0	0	13	0	4	1	0	1	0	0			
14	Benigni 1	BEN12	2260	RIP	0	0	14	1	4	1	0	1	0	0			
15	Benigni 1	BEN10	2260	RIP	0	0	17	0	4	1	0	1	0	0			
16	Benigni 1	BEN11	2260	RIP	0	2	18	0	4	1	0	1	0	0			
17	Benigni 1	BEN1 (b)	2260	RIP	0	0	20	1	4	1	0	1	0	0			
18	Benigni 1	BEN14	2260	RIP	0	3	25	0	4	1	0	1	0	0			
19	Benigni 1	BEN9 (b)	2260	RIP	0	0	26	0	4	1	0	1	0	0			
20	Benigni 1	BEN9 (a)	2260	RIP	0	2	27	0	4	1	0	1	0	0			
21	Benigni 1	BEN17	2260	RIP	0	0	27	0	4	1	0	1	0	0			
22	Benigni 1	BEN7	2260	RIP	0	3	39	1	4	1	0	0	1	0			
23	Benigni 1	BEN19	2260	RIP	0	0	39	0	4	1	0	0	1	0			
24	Benigni 1	BEN2 (b)	2260	RIP	0	0	41	1	4	1	0	0	1	0			
25	Benigni 1	BEN13	2260	RIP	0	2	42	1	4	1	0	0	1	0			
26	Benigni 1	BEN18	2260	RIP	0	0	48	0	4	1	0	0	1	0			
27	Benigni 1	BEN20	2260	RIP	0	0	50	0	4	1	0	0	1	0			
28	Benigni 1	BEN1 (a)	2260	RIP	0	0	57	1	4	1	0	0	1	0			
29	Benigni 1	BEN8 (a)	2260	RIP	0	1	65	2	4	1	0	0	1	0			
30	Benigni 1	BEN8 (b)	2260	RIP	0	0	77	2	4	1	0	0	0	1			
31	Benigni 1	BEN15	2260	RIP	0	0	128	0	4	1	0	0	0	0			
32	Benigni2	BEN28	2280	DET	1	0	3	0	4	1	1	0	0	0			
33	Benigni2	BEN41	2280	DET	1	0	25	0	4	1	0	1	0	0			
34	Benigni2	BEN26(b)	2280	DET	1	3	27	1	4	1	0	1	0	0			
35	Benigni2	BEN30	2280	DET	1	18	27	0	4	1	0	1	0	0			
36	Benigni2	BEN46	2280	DET	1	1	29	0	4	1	0	1	0	0			
37	Benigni2	BEN26(c)	2280	DET	1	2	30	1	4	1	0	1	0	0			
38	Benigni2	BEN29	2280	DET	1	2	44	0	4	1	0	0	1	0			
39	Benigni2	BEN43	2280	DET	1	0	62	0	4	1	0	0	0	1			
40	Benigni2	BEN26 (a)	2280	DET	1	16	108	1	4	1	0	0	0	1			
41	Benigni2	BEN35	2280	DETCO	2	0	9	2	4	1	1	0	0	0			
42	Benigni2	BEN40	2280	DETCO	2	0	10	1	4	1	1	0	0	0			
43	Benigni2	BEN38	2280	DETCO	2	2	11	1	4	1	0	1	0	0			
44	Benigni2	BEN34	2280	DETCO	2	0	13	2	4	1	0	1	0	0			

Tab. 4.2.1 Estratto del database. Ogni popolazione è stata nominata col nome della località e un numero progressivo. Gli individui sono catalogati con le iniziali della stazione e relativo numero progressivo (es. BEN28). Sono poi indicati quota, substrato, n°frutti, n°di rosette, grado d'inerbimento, montagna (stazione di ritrovamento), settore dell'areale, e classi dimensionali del pulvino.

Quindi per ogni singolo pulvino è stato registrato:

- N°rosette;
- N°frutti;
- Classe inerbimento (1-2-3);
- Substrato (RIP, DET, DETCON);
- Classe dimensionale (1-10; 10-30; 30-70; 70+ rosette);
- Quota;
- Popolazione d'appartenenza;
- Montagna;
- Settore dell'Areale;

4.3 MACRO E MICRLOCLIMA E RICOSTRUZIONE DEL PROFILO TERMICO ANNUALE DELLE STAZIONI

L'analisi del macroclima nei tre settori dell'areale è stata condotta utilizzando i dati liberamente disponibili di temperatura media giornaliera dal sito ARPA – Lombardia registrati nelle seguenti stazioni e periodi:

ALPI OROBIE OCCIDENTALI: Piazza Brembana (510 m); Valtorta (982 m); Passo San Marco (1.824 m); Periodo: Ottobre 2012 – Giugno 2016

ALTO LARIO: Porlezza (291 m); Garzeno (581 m); Cavargna (1.100 m); Periodo: Luglio 2013 – Giugno 2016

ALPI RETICHE OCCIDENTALI: Morbegno (242 m); San Martino (943 m); Bagni di Masino (1.191 m); Periodo: Luglio 2011 – Luglio 2015

Per ogni stazioni di ogni settore è stata calcolata la temperatura media mensile basandosi sui dati disponibili dalla rete ARPA, al fine di ottenere una retta di regressione (calcolata per ogni mese), dalla cui equazione ricavare il profilo termico mensile alla quota delle diverse popolazioni di *A. brevis* nei diversi settori.

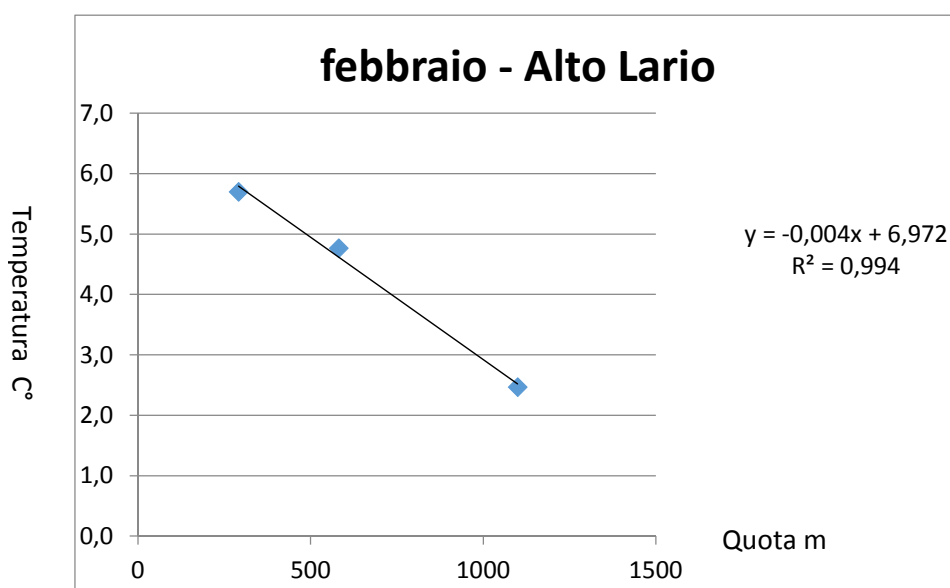


Fig. 4.3.1 Esempio di retta di regressione relativa alle temperature per il mese di febbraio nel settore Alto Lario. Dall'equazione della retta è possibile ricavare la temperatura attesa per lo stesso mese alle quote delle popolazioni di *A. brevis* in questo settore, sostituendo ad "X" la quota della stazione.

Non essendo stato possibile ottenere dati relativi alle precipitazioni nei pressi dei popolamenti di *A. brevis*, sono stati elaborati i dati di pluviometria (precipitazioni medie mensili) relativi alle stazioni più prossime alle popolazioni di *A. brevis* nei tre settori, rispettivamente Passo San Marco (Alpi Orobie Occidentali); Cavargna (Alto Lario) e Bagni di Masino (Alpi Retiche Occidentali). Questo dato, è stato utilizzato per ottenere l'indice di continentalità igrica di Gams (OZENDA, 1985) normalizzato alla quota secondo la formula:

$$\cotgX=P/A$$

dove: P= precipitazioni medie annue; A = quota.

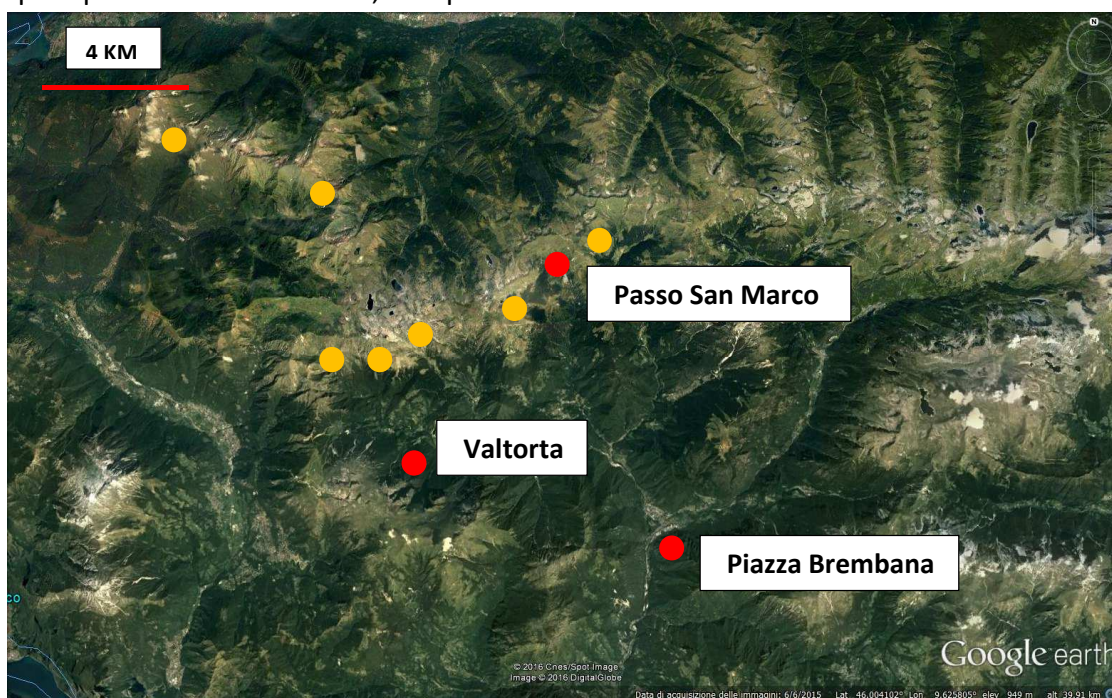


Fig. 4.3.2 Localizzazione delle stazioni ARPA utilizzate per realizzare il profilo termico delle stazioni di *A. brevis* nelle Orobie Occidentali. In giallo le principali stazioni di *A. brevis* nel settore.

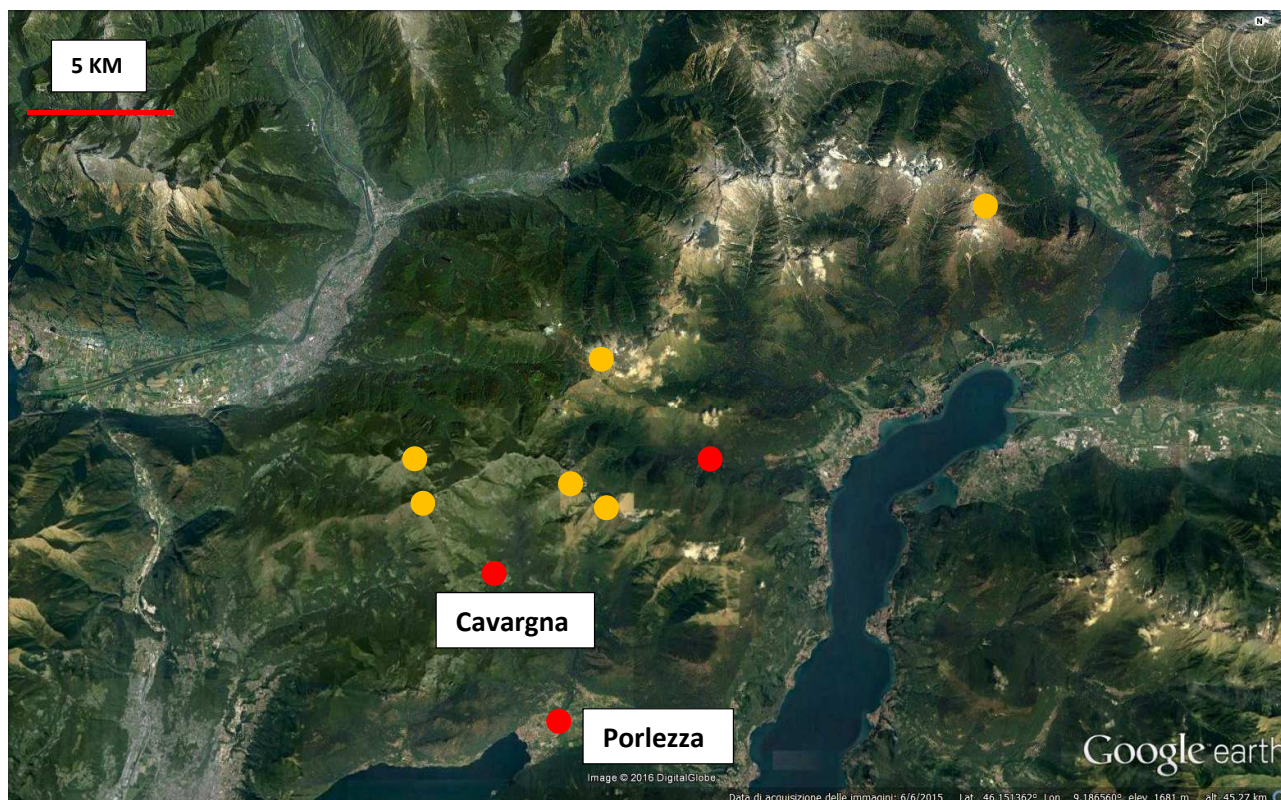


Fig. 4.3.3 Localizzazione delle stazioni ARPA utilizzate per realizzare il profilo termico delle stazioni di *A. brevis* nell'Alto Lario. In giallo le principali stazioni di *A. brevis* nel settore.

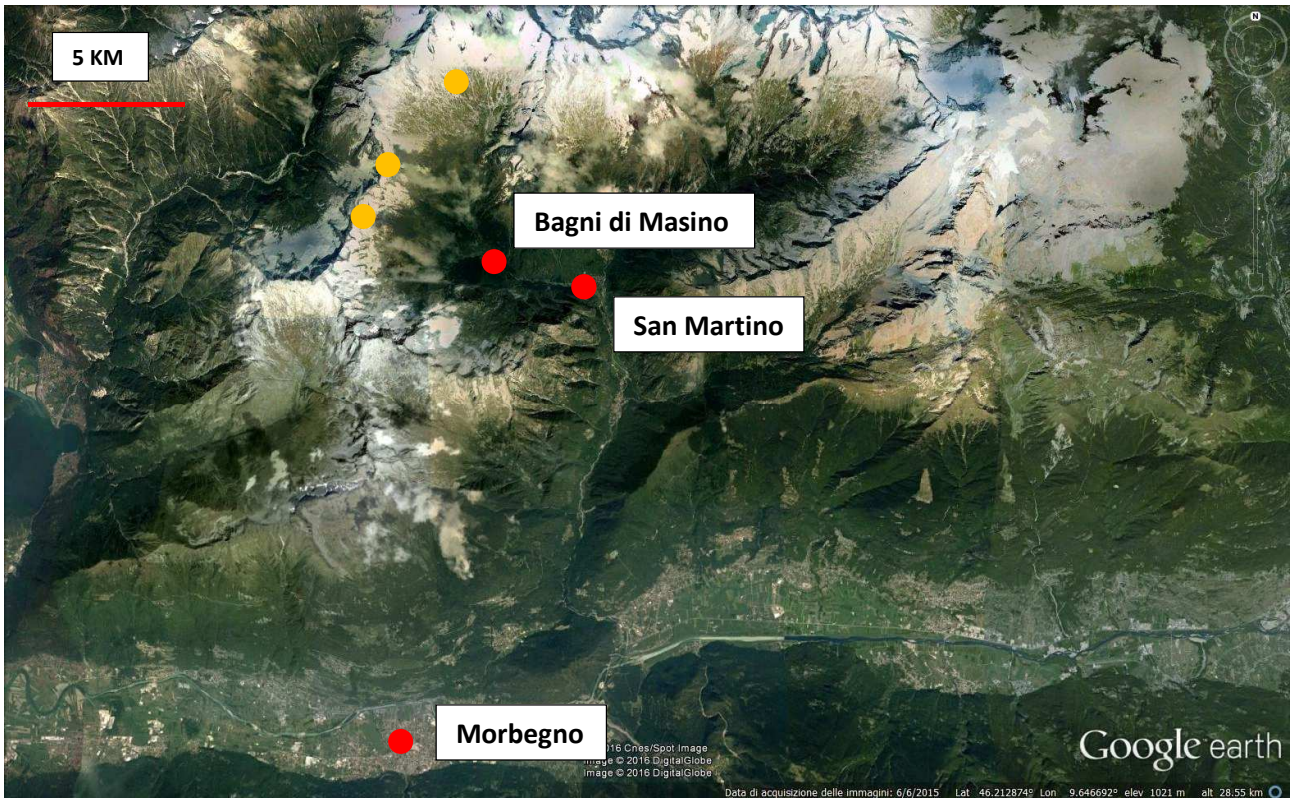


Fig. 4.3.4 Localizzazione delle stazioni ARPA utilizzate per realizzare il profilo termico delle stazioni di *A. brevis* nelle Alpi Retiche Sud-Occidentali. In giallo le principali stazioni di *A. brevis* nel settore.

Al fine monitorare l'andamento delle temperature a livello locale nei siti di crescita di *A. brevis*, ci si è valsi dell'ausilio di tre *data logger* (modello TYNITAG PLUS 2). L'arco di tempo coperto va dal 2013 al 2015. Il criterio per questo monitoraggio è stato quello di monitorare un'area con una popolazione molto numerosa, in apparente buona salute, una popolazione poco numerosa, in apparente scarsa salute, ed un'area limitrofa, con apparenti identiche condizioni micro-climatiche ma priva della specie. A causa della limitata disponibilità degli strumenti di misura (3), questo è stato fatto esclusivamente nel settore orobico, selezionato perché, al limite orientale di *A. brevis* presenta la miglior disposizione di popolazioni per questo tipo di monitoraggio lungo l'allineamento Monte Ponteranica (popolazione numerosa in buona salute), Monte Fioraro (popolazione in cattivo stato), Pizzo Rotondo (limitrofo al Fioraro, condizioni microclimatiche apparentemente simili, assenza della specie). I *data loggers* sono quindi stati posizionati nelle immediate vicinanze di un pulvino di *A. brevis*, schermati al sole diretto tramite rivestimento in carta stagnola, e impostati per registrare la temperatura (C°) e l'umidità relativa ogni 30 minuti. Nel primo anno (2013 – 2014) due sensori sono stati collocati come detto sul Monte Ponteranica, Monte Fioraro e sul Pizzo Rotondo.

Il secondo anno (2014 – 2015) il sensore del Pizzo Rotondo è stato ricollocato sul Monte Ponteranica. Lo scopo di avere due *data logger* in questa stazione era di osservare quali differenze micro climatiche sussistono tra il punto in cui cresce *A. brevis* (il filo del crinale) e le sue immediate adiacenze sottostanti (dove la specie non è mai stata osservata), ove è presente un lembo di "varieto", caratteristica vegetazione dei versanti meridionali ripidi orobici. Purtroppo, il primo sensore collocato al Ponteranica nell'anno 2015 non è stato più ritrovato.

Di seguito è riportata una tabella sintetica dei siti e degli anni in cui sono stati registrati i dati climatici.

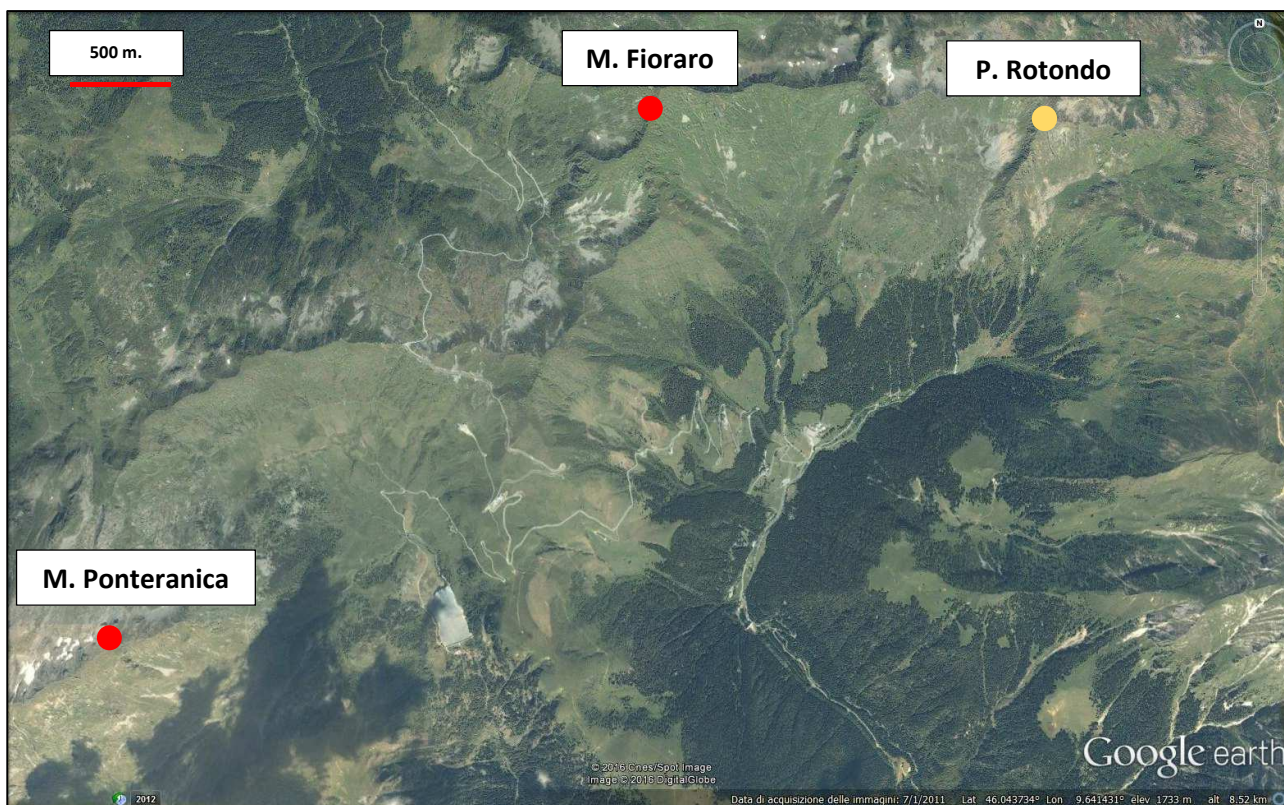


Fig. 4.3.5 Posizionamento dei *data logger*, 2013-2015. Rosso: specie presente; Giallo specie assente.

Località	Quota	Esposizione	Anno 2013-2014	Anno 2014 - 2015
M. Fioraro	2.286 m.	SE	Si	Si
M. Ponteranica	2.290 m.	SE	Si	Disperso
M. Ponteranica (varieto)	2.290 m.	SE	No	Si
P. Rotondo (no A. <i>brevis</i>)	2.230 m.	SE	Si	No

Tab. 4.3.1 Località ed anni in cui si sono registrate le temperature mediante datalogger.

4.4 AUTOECOLOGIA

4.4.1 CALCOLO DELLA STRATEGIA CSR

Al fine di inquadrare ecologicamente *A. brevis* si è provveduto a calcolare la strategia CSR di questa specie per tutte le popolazioni individuate dal censimento, al fine di evidenziare eventuali differenze nella strategia nei diversi settori dell'areale. Per avere un termine di paragone con specie simili, è stata calcolata anche la strategia CSR di tutte le altre specie del genere *Androsace* presenti nelle Alpi, per verificare l'esistenza di differenti strategie in relazione alla distribuzione (endemismi o a larga distribuzione), ecologia, forme biologiche. Le diverse specie di *Androsace* sono state campionate in una sola stazione per specie, individuata tramite bibliografia (PIGNATTI, 1982; ANCHISI *et al.*, 2004) e siti specialistici (www.infoflora.ch; www.actaplantarum.it)

Il metodo di lavoro si articola in 3 passaggi finalizzati ad ottenere le tre misure indispensabili: peso fresco della foglia (mg), peso secco della foglia (mg), superficie della foglia (mm²).

- **Campionamento:** sono state raccolte 10 rosette da 10 pulvini (individui) differenti per ogni stazione selezionati casualmente in modo da ottenere un campione rappresentativo della stazione. Nel caso di *A. brevis* sono state campionate 10 rosette da 10 pulvini di ogni stazione individuata. Al fine di prevenire la disidratazione delle piante, i campioni sono stati collocati all'interno di carta assorbente inumidita, avvolte in fogli di alluminio e conservati così per una notte (Fig.4.4.1). Questo metodo di conservazione, suggerito da PIERCE *et al.* (2013) permette di mantenere le foglie sane e idratate in frigorifero per alcuni giorni.



Fig. 4.4.1 Esempio di campionamento di *A. maxima* L., 2014. Foto F. Mangili

- **Misurazione:** in laboratorio, da ogni rosetta, sono state prelevate 10 foglie e immediatamente pesate con bilancia di precisione al decimillesimo di grammo (Mettler AE260 DeltaRange) per la determinazione del peso fresco. Viste le ridotte dimensioni delle singole foglie (il cui peso era pari o inferiore al margine di errore dello strumento, $\pm 0,0001$ g), la pesata è stata compiuta su tutte e dieci le foglie e successivamente si è diviso per 10 il valore ottenuto. Sono state eseguite le scansioni delle superfici fogliari ad una risoluzione di 1000 DPI (Fig. 4.4.2).

Fig. 4.4.2 Esempio di scansione delle foglie di *A. brevis* a 1000 DPI di risoluzione.

Con la funzione “lazo magnetico” del software Adobe Photoshop (ver. 2.0), si è ricavato il valore in pixel della superficie fogliare. Per la conversione in mm², si è ripetuta la procedura per una sezione di carta millimetrata a superficie nota (1000 mm²) scansionata con la stessa risoluzione (1000 DPI), così da avere il numero corrispettivo di pixel per mm². Infine, per ottenere i pesi secchi, i campioni sono stati posti in stufa a 100°C per 24 h e, quindi, pesati con la medesima bilancia.

- **Elaborazione dei dati:** I dati ottenuti sono stati inseriti nel foglio di calcolo Excel, proposto da PIERCE *et al.* (2013), costituito una serie di funzioni, derivate da tre equazioni di regressione. Queste regressioni correlano l'analisi multivariata, condotta originariamente su un numero elevatissimo di specie di tutto il mondo, a tre diversi valori: logLA (*Leaf Area*), SLA (*Specific Leaf Area*) e LDMC (*Leaf Dry Matter Content*). La proporzione tra questi valori determina la strategia CSR corrispondente: ad esempio piante caratterizzate da una SLA relativamente bassa e da un alto LDMC sono, in genere, stress-tolleranti; al contrario, un'alta SLA e un basso LDCM sono associati al tratto R. Inoltre, attraverso ulteriori funzioni, la tabella è in grado di calcolare diversi parametri derivati a partire dai tre dati misurati in laboratorio: SLA (superficie fogliare specifica, rapporto tra superficie e peso secco), LDMC (contenuto in materia secca della foglia), Leaf Water Content, Succulence e le corrispondenti medie e deviazioni standard. La strategia CSR finale può essere visualizzata graficamente mediante *il trade-off triangle* o un aerogramma.

4.4.2 TASSO DI GERMINAZIONE DEI SEMI

I test di germinazione *ex-situ* sui semi di *A. brevis* sono stati condotti da marzo a maggio 2014 con semi raccolti al termine dell'estate 2013 nei settori delle Alpi Orobie Occidentali (Monte Ponteranica, Monte Rotondo) e dell'Alto Lario (Passo di San Jorio), per un totale di 1.080 semi raccolti; non sono stati raccolti semi dalle popolazioni delle Alpi Retiche Sud-Occidentali perché, vista la rarità della specie e l'esiguità dei popolamenti, non si voleva intaccare le popolazioni ivi presenti. I semi sono stati conservati in ambiente asciutto alla temperatura di 4°C fino all'inizio dell'esperimento, avente come scopi:

- Verificare la germinabilità dei semi;
- Verificare differenze nel tasso di germinazione di semi sottoposti a diverse condizioni di luminosità (buio\luce alternate, solo buio);

Non essendo disponibili in letteratura dati sulla germinazione di queste specie, è stato seguito, con alcune piccole modifiche, il protocollo di germinazione per la specie *A. villosa* (ARLSAN *et al.*, 2011). L'esperimento, avvenuto nelle strutture laboratoriali e con la collaborazione del Centro Flora Autoctona di Regione Lombardia (Parco Monte Barro), ha testato la capacità di germinazione dei semi. Questi sono stati sottoposti a sterilizzazione (per eliminare eventuali presenze micotiche sulla superficie del seme) e scarificazione, prima di essere posizionati su petri con substrato di crescita (MALMGREN, 1996), preparato con 3 diverse concentrazioni di ormone GA₃ (nessuna, 100 ppm, 250 ppm). Dettagli sui processi di sterilizzazione, scarificazione e composizione del substrato di crescita sono disponibili nell'articolo relativo a questa parte del lavoro nel capitolo 5.3.3. I semi sono quindi stati posizionati su 6 serie di petri (20 semi per petri) secondo lo schema proposto nella seguente tabella:

N° SEMI	N°PETRI	GA3	LUCE\BUIO	BUIO
180	9	-	X	
180	9	100	X	
180	9	250	X	
180	9	-	-	X
180	9	100	-	X
180	9	250	-	X

Tab. 4.4.2.1: schema dell'impostazione dell'esperimento di germinazione dei semi di *A. brevis*.

Per verificare la germinazione della specie *in situ* è stata scelta la località di Monte Ponteranica (2.290 m, Alpi Orobie Occidentali), dove sono presenti diverse popolazioni apparentemente in buona salute. Al termine dell'estate 2013 sono stati raccolti 150 semi dai pulvini di Monte Ponteranica e posizionati in numero di 50 per 3 vasetti colmati di detrito prelevato negli immediati pressi dei pulvini e posizionati presso le popolazioni. Al termine delle estate 2014 e 2015 è stata monitorata la germinazione dei semi così posizionati in loco.

4.5 SINECOLOGIA

Al fine di studiare le comunità in cui vive *A. brevis*, in ogni stazione individuata è stato effettuato un rilievo fitosociologico (BRAUN-BLANQUET, 1928). Il rilievo fitosociologico è solitamente centrato su precise unità di vegetazione (bosco, prato, rupe...), ovvero su aree che presentano vegetazione omogenea, in questo caso quella dove è stata rilevata *A. brevis*. La prima fase del rilievo è di tipo qualitativo: è stata redatta una lista di tutte le specie vegetali presenti in un'area di un metro di raggio dagli esemplari di *A. brevis*. Le specie presenti, se non riconosciute in loco, sono determinate in un secondo momento con l'aiuto di guide e chiavi dicotomiche (PIGNATTI 1982; AESCHIMANN et al., 1994 – 2004).

Successivamente è stata stimata la copertura al suolo delle specie precedentemente identificate. A questo scopo si utilizza la scala proposta da (BRAUN-BLANQUET, 1928), modificata da PIGNATTI (1976) che prevede degli indici di copertura al suolo delle specie secondo i seguenti intervalli:

- 5: copertura 80-100%
- 4: copertura 60-80%
- 3: copertura 40-60%
- 2: copertura 20-40%
- 1: copertura 1-20%
- +: copertura < 1%
- r: rara (uno o pochissimi individui)

Ad ogni rilievo sono stati associati i relativi dati stazionali di: coordinate, esposizione, quota, inclinazione, petrosità, rocciosità, data del rilievo, oltre ai dati di copertura della vegetazione rispetto al suolo nudo, e la copertura dello strato briofitico.

I rilievi così realizzati sono stati utilizzati per eseguire una *cluster analysis*. Si tratta di un sistema di classificazione numerica che consente di ripartire i rilievi effettuati in gruppi (*cluster*) sulla base della reciproca somiglianza floristica; ad essi può essere assegnato un significato sintassonomico dipendente dalla presenza di specie discriminanti. Frequentemente i gruppi individuati rappresentano associazioni distinte o subassociazioni di un'unica associazione. Questa metodologia si applica partendo da una tabella grezza, nella quale i rilievi sono disposti in ordine casuale. I dati contenuti nei rilievi sono stati riuniti in una tabella grezza in cui le righe rappresentano le specie, con i loro indici di copertura, e le colonne rappresentano i rilievi (vedi appendice). L'elaborazione, in questo caso, è stata effettuata con il software SYN-TAX.

Per far ciò, si sono utilizzati il sistema continuo, che tiene conto anche dei dati di copertura, preferito al sistema binario (che utilizza solamente il dato di presenza\assenza) perché i dati di copertura sono spesso fondamentali per definire correttamente alcune associazioni. Per l'elaborazione dei dati in continuo, gli indici di copertura sono stati trasformati secondo la seguente scala: (r=1; +=2; 1=3; 2=5; 3=7; 4=8; 5=9; VAN DER MAAREL, 1979).

L'indice utilizzato per valutare la similitudine tra rilievi in continuo è stato quello della distanza cordale con il criterio del minimo incremento della varianza.

Da questa elaborazione è stato ottenuto un dendrogramma. Riordinando i rilievi della tabella grezza secondo la sequenza fornita dal dendrogramma si ottengono dei gruppi omogenei all'interno di una tabella ordinata, secondo il grado di somiglianza floristica; mettendo poi in evidenza i gruppi di specie differenziali si arriva alla compilazione di una tabella ordinata (vedi repertorio su cd).

Su di essa si esegue il calcolo della frequenza delle specie, secondo la formula

$$a/n*100$$

dove **a** rappresenta il numero di presenze osservate ed **n** il numero di rilievi per gruppo. Utilizzando i dati sulla frequenza delle specie, raggruppando in blocchi le specie differenziali, ovvero quelle presenti in modo esclusivo in ogni gruppo (composizione specifica caratteristica), è quindi possibile stendere la tabella sinottica, che è data dalle specie differenziali ordinate in sequenze decrescente in numero pari al numero medio di specie per rilievo: questa sintesi ultima agevola il confronto di numerose osservazioni riferite a più aree geografiche (come è questo il caso) o tipologia vegetazionali. L'interpretazione fitosociologica dei gruppi così ottenuti ha seguito GRABHERR & MUCINA (1993) e THEURILLAT (1996)

4.6 SPETTRO ECOLOGICO

Sappiamo che la crescita delle piante è regolata in maniera ben precisa: esse sono intimamente legate all'ambiente dove si trovano e sono condizionate da una serie di fattori ecologici e storici che giustificano o meno la loro presenza in un determinato luogo. Ogni specie vegetale ha nei confronti di ciascun fattore ecologico un ambito di tolleranza entro il quale può svolgere le proprie funzioni vitali. Data questa stretta relazione tra le singole specie e i fattori ecologici da cui dipendono per la sopravvivenza, si può dire che la presenza/abbondanza di una specie in un determinato ambiente è in grado di fornire informazioni su uno o più fattori ecologici dell'ambiente stesso. Ogni singola specie riflette le caratteristiche dell'ambiente in cui vive: questo sta alla base del concetto di bioindicazione (PIGNATTI *et al.*, 2001).

Esistono diversi sistemi di bioindicazione che hanno previsto l'assegnazione a ciascuna specie vegetale di valori indicativi che ne quantifichino il carattere di indicatore per una determinata variabile ambientale (es: temperatura, umidità...).

Nel presente lavoro si è fatto riferimento al sistema di bioindicazione di LANDOLT (LANDOLT *et al.*, 2010), che, sebbene sviluppato sulla flora svizzera, trova una buona applicazione per l'analisi degli ambienti alpini in generale, tanto più che numerose stazioni di *A. brevis* sono prossime ai confini elvetici. L'analisi ecologica mediante il sistema di riferimento sopracitato è stata svolta per tutte le comunità individuata nelle stazioni di ritrovamento di *A. brevis*. Normalmente nel sistema di riferimento per ciascuna specie sono riportati 10 indici espressi numericamente in una scala da 1 a 5:

- **F** = Indice di umidità (*Feuchtezahl*): esprime il valore medio di umidità del suolo da suoli aridi (1) a suoli inondati (5)
- **R** = indice di pH (*Reaktionszahl*): valuta la reazione ionica del suolo e varia da substrati molto acidi (1) a substrati alcalini (5)
- **N** = indice di nitrofilia (*N-zahl*): si basa sul contenuto di azoto assimilabile (NH₄, NO₃) e varia da suoli molto poveri in azoto (1) a suoli fertilizzati con eccesso di azoto (5)
- **H** = indice di humus (*Humuszahl*): indica la quantità di humus nella rizosfera e varia da suoli poveri (1) a suoli pingui (5)
- **D** = indice di granulometria (*Dispersitätszahl*): prende in considerazione la granulometria del substrato e conseguentemente il suo grado di aerazione. Varia da rocce, scogliere e muri (1) a ghiaie incoerenti (2) a suoli sabbiosi (3), limosi(4), argillosi (5)
- **S** = indice di salinità (*Saltzahl*): ha solo due termini + (piante che possono crescere su suoli salati) e – (piante che evitano suoli salati)
- **L** = indice di luminosità (*Lichtzahl*): varia da situazioni di piena ombra in sottoboschi chiusi (1) a piena luce in aperta campagna (5)

- **T** = indice di temperatura (*Temperaturzahl*): descrive un gradiente termico che va dalle specie di clima freddo, delle zone boreali e delle montagne (1) a specie di clima caldo mediterraneo (5)
- **K** = indice di continentalità (*Kontinentalitätszahl*): è basato sulla corologia delle specie indagate variando da specie oceaniche delle coste atlantiche (1) a specie continentali delle zone interne dell'Eurasia (5)
- **W** = Forme biologiche e di crescita (*Wuchs- oder Lebensform*): P (fanerofite decidue), I (fanerofite sempreverdi), N (nanofanerofite decidue), J (nanofanerofite sempreverdi), Z (camefite legnose), C (camefite erbacee), E (epifite), H (emicriptofite), G (geofite), T (terofite), U (terofite/emicriptofite), A (idrofito)

Sulla base dello scopo del lavoro e del tipo di comunità in esame, si è deciso di utilizzare per l'analisi ecologica sei dei dieci indici sopracitati e precisamente: F = Indice di umidità; R = indice di pH; N = indice di nitrofilia; H = indice di humus; L = indice di luminosità; T = indice di temperatura, in quanto ritenuti maggiormente indicativi.

Va ricordato che i sistemi di bioindicazione hanno dei limiti dati dal fatto che si tratta di una scala empirica, quindi i valori numerici non sono del tutto affidabili e possono portare ad errori di interpretazione se applicati in maniera assoluta. Tuttavia essi trovano un impiego sicuro ed attendibile nella comparazione tra vari tipi di vegetazione, allo scopo di evidenziare gradienti ecologici (PIGNATTI, 2011).

Per il calcolo degli indici ecologici sono stati ponderati gli indici di copertura secondo indici di ricoprimento specifico, poiché in questo modo viene data maggior importanza alla reale fisionomia delle formazioni vegetali: i valori estrapolati dalla scala convenzionale di BRAUN-BLANQUET (1928) modificata da PIGNATTI (1982) sono stati quindi convertiti in "peso" (VAN DER MAAREL, 1979).

Successivamente per avere i dati ponderati e ottenere un valore medio di ogni indice si è provveduto a:

- Sommare i valori della copertura convertiti in peso per avere un dato indicativo del peso dell'intera stazione ($\sum P$);
- Moltiplicare, singolarmente per ogni specie, i valori degli indici per i valori della copertura convertiti in peso ($P \cdot V_x$);
- Sommare i prodotti ottenuti ($\sum P \cdot V_x$) e dividerli per la somma dei valori della copertura convertiti in peso ($\sum P \cdot V_x / \sum P$);

Avendo così ottenuto un valore medio per ogni indice si è in grado di descrivere le preferenze ecologiche della comunità in esame.

Per consentire una più immediata identificazione ecologica delle unità vegetazionali descritte, i sei valori sono stati riportati in un'unica espressione grafica costituita da un grafico-radar detto ecogramma. Mediante gli ecogrammi è possibile un confronto visivo immediato tra diverse comunità, molto più facilmente interpretabile che una tabella di dati numerici.

4.7 VALUTAZIONE DELLO STATO DI CONSERVAZIONE SECONDO IUCN

Uno degli scopi principali del protocollo proposto dalla Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2001) è quello di fornire un metodostandardizzato ed il più possibile oggettivo per la valutazione dello stato di conservazione di una specie, su cui si basano le Liste Rosse della flora. L'oggettività della stima del rischio associato alle specie è quanto mai necessaria nel processo di decisione e pianificazione delle strategie di conservazione, (IUCN, 2001). Lo scopo ultimo del protocollo IUCN consiste nell'attribuzione dei taxa ad una tra nove categorie, sulla base di 5 criteri (A,B,C,D,E) che ne riflettono il livello di rischio di estinzione in natura, ed il grado di conoscenza, inteso come disponibilità di dati su una certa specie. In accordo con IUCN (2001) e GÄRDENFORS *et al.* (2001) queste categorie sono:

EXTINCT (EX): Una specie viene considerata "estinta" se non esistono più dubbi sul fatto che l'ultimo suo individuo è morto.

EXTINCT IN THE WILD (EW): una specie viene considerata "estinta in natura" quando è noto che sopravvive solo in cattività, in coltivazione o come entità naturalizzata in aree esterne al suo areale di origine.

CRITICALLY ENDANGERED (CR): una specie è "gravemente minacciata" quando i migliori dati disponibili dimostrano che soddisfa uno qualsiasi dei criteri A-E, risultando così esposta a un rischio di estinzione in natura estremamente alto.

ENDANGERED (EN): una specie è "minacciata" quando in base ai migliori dati disponibili soddisfa uno qualsiasi dei seguenti criteri (A-E), risultando esposta a un rischio di estinzione in natura molto alto.

VULNERABLE (VU): una specie è "vulnerabile" quando secondo i migliori dati disponibili soddisfa uno qualsiasi dei seguenti criteri (A-E), denotando perciò un alto rischio di estinzione in natura.

NEAR THREATENED (NT): Una specie è considerata "quasi a rischio" se valutata con i criteri illustrati, pur non risultando "gravemente minacciata", "minacciata" o "vulnerabile", appare prossima alle soglie indicate per una delle categoria di rischio o è probabile che divenga a rischio nell'immediato futuro.

LEAST CONCERN (LC): Una specie può essere ritenuta "a minor rischio" se, in base ai criteri illustrati, non risulta "gravemente minacciata", minacciata", "vulnerabile" o "quasi a rischio" e non vi sono dati che indicano la possibilità che lo diventi a breve. Le specie ad ampia diffusione o abbondanti sono di norma incluse in questa categoria.

DATA DEFICIENT (DD): Una specie è attribuita alla categoria "dati insufficienti" in mancanza di informazioni adeguate per una stima verosimile, diretta o indiretta, del suo rischio di estinzione in natura. La categoria "dati insufficienti" non è una categoria di rischio, ma un'indicazione di necessità di ulteriori ricerche.

NOT EVALUATED (NE): Una specie è considerata "non valutata" quando non è ancora stata oggetto di alcuna valutazione tramite i criteri IUCN.

Per classificare correttamente un taxon in una di queste categorie la IUCN ha sviluppato un protocollo che, andando oltre una valutazione soggettiva (anche se effettuata da esperti), è in grado di produrre risultati stabili e confrontabili, sfruttando i 5 criteri sopradetti che si basano su:

A: riduzione della popolazione (con dati su 3 generazioni o 10 anni);

B: distribuzione geografica: superficie occupata (*area of occupancy* AOO) e areale (*extent of occurrence*, EOO)

C: ampiezza della popolazione in individui maturi;

D: popolazioni molto piccole;

E: probabilità di estinzione;

Criterio	GRAVEMENTE MINACCIATA (CR)	MINACCIATA (EN)	VULNERABILE (VU)
A	3 anni o 10 generazioni		
	A1>90% ; A2,A3,A4>80%	A1>70% ; A2,A3,A4>70%	A1>70% ; A2,A3,A4>30%
B	B1 EOO < 100 km ² B2 AOO < 10 km ²	B1 EOO < 5.000 km ² B2 AOO < 500 km ²	B1 EOO < 20.000 km ² B2 AOO < 2.000 km ²
C	ind. Maturi < 250	ind. Maturi < 2.500	ind. Maturi < 10.000
D	D1 Ind. Maturi < 50	D1 Ind.Maturi < 250	D1 Ind. Maturi < 1000 D2 AOO
E	50% in 10 anni, o 3 generazioni	20% in 20 anni, o 5 generazioni	10% in 100 anni

Tab. 4.7.1. Tabella riassuntiva schematica dei criteri IUCN e loro applicazione. GARGANO (2008). AOO= Area of occupancy; EOO = Extent of occurrence.

Per comprendere la metodologia in esame occorre chiarire il significato dei termini “Areale” (*extent of occurrence*, EOO) e “superficie occupata” (*area of occupancy*, AOO). Con EOO si intende la superficie inclusa nel più breve confine, immaginario e continuo, che circonda tutti i siti in cui la presenza del taxon è nota. Le stime riguardanti questo parametro possono tenere conto anche di eventuali discontinuità o disgiunzioni nell’ambito dell’area globale di distribuzione del taxon. In molti casi, l’areale può essere misurato come pari all’area del più piccolo poligono convesso (vale a dire in cui nessun angolo interno eccede i 180°) in grado di contenere tutti i siti in cui la specie ricorre (IUCN, 2001). Con AOO invece si intende la porzione dell’areale occupata con successo da un taxon. L’introduzione di tale parametro è giustificata dal fatto che, l’areale di una specie comprende anche habitat inospitali o in cui essa è assente. La superficie occupata può essere ritenuta una misura della quantità di habitat idoneo attualmente occupato (nel caso di *A. brevis* il filo delle creste). Infine, occorre chiarire cosa si intende con il termine *location*, spesso presente unitamente agli criteri per definire il rischio di estinzione. Questo termine individua l’area in cui un singolo evento di minaccia può rapidamente colpire tutti gli individui di un taxon: Tutte le sottopopolazioni presenti in un’area soggetta ad una singola minaccia sono quindi considerate come un’unica location. Una sottopopolazione insediata su un’area più ampia di quella che può essere interessata da una singola minaccia va considerata presente in più *location* (GARGANO, 2008).

5 RISULTATI

5.1 CARTOGRAFIA, CONSISTENZA, STATUS E SPETTRO ECOLOGICO DELLE POPOLAZIONI DI *A. brevis*

Complessivamente sono state individuate 15 stazioni, di cui 1 non riportata nella bibliografia storica, per un totale di 15 popolazioni e 1.103 individui conteggiati. Di seguito sono riportate le carte distributive di dettaglio, la strategia CSR (*trade-off triangle* e dati grezzi), i conteggi, i rilievi floristici, ed ecogramma della flora compagna di *A. brevis*, per ognuna delle stazioni individuata nei tre settori dell'areale.

					Inerbimento			Dimensione				
	N° Pulv.	Quota media	Media Frutti	Media Rosette/ Pulvino	Moda Inerb.	In. 0	In.1	In. 2	Cl. 1 (1-10)	Cl. 2 (10-30)	Cl. 3 (30-70)	Cl. 4 (70+)
Garzirola ¹	54	2.085	3,2±3	33±25	2	11	13	30	11	18	18	7
P.Gino ¹	16	2.161	20±28	56±38	1	3	9	4	2	3	6	5
Pianchette ¹	16	2.153	1,07±9,1	27±22	2	1	2	13	6	4	6	0
San Jorio ¹	193	2.162	3,2±3	36±30	2	26	27	140	38	66	61	28
S.Canale ¹	117	2.116	1,4±2,8	60±48,2	2	16	44	57	8	28	38	43
Legnone ²	16	2.578	17±18	59±67	1	4	9	3	0	6	7	3
P.Rotondo ²	167	2.468	12,2±17	47±41,8	1	15	79	73	13	65	55	34
Tre Signori ²	205	2.234	1±4	30±39	2	48	71	86	63	74	54	14
B.Inferno ²	17	2.315	20±19	29,9±22	1	5	8	4	3	7	7	0
R.Benigni ²	88	2.286	1,7±4	34±29	0	46	23	19	10	47	21	10
Ponteranica ²	156	2.324	8,4±12	39±29	1	52	59	45	21	55	59	21
Fioraro ²	20	2.225	1,3±3	20±19	2	1	3	16	8	7	4	1
P.Oro ³	8	2.570	15,6±9,3	39,5±11,9	1	2	5	1	0	2	6	0
P.Barbacan ³	16	2.600	14,1±14,4	51,5±37,2	0	7	3	6	1	3	9	3
R.Gianetti ³	14	2.540	3±7	177±119,1	0	7	2	5	0	1	2	11

Tab 5.1.2 Dati sintetici riguardo i conteggi nelle diverse stazioni di *A. brevis* (¹ stazione in Alto Lario; ² stazione in Orobie Occidentali; ³ stazione nelle Retiche Sud-Occidentali). Si riportano, n° di pulvini, quota media delle popolazioni, n° medio di frutti conteggiati, n° medio di rosette per pulvino, moda del grado d'inerbimento dei pulvini nel settore, n° di pulvini in classe di inerimento 0,1,2, n° di pulvini per classe dimensionale.

Per esigenze grafiche le carte distributive presentate in seguito sono state redatte sulla base delle suddivisioni orografiche proposte da MARAZZI (2006).

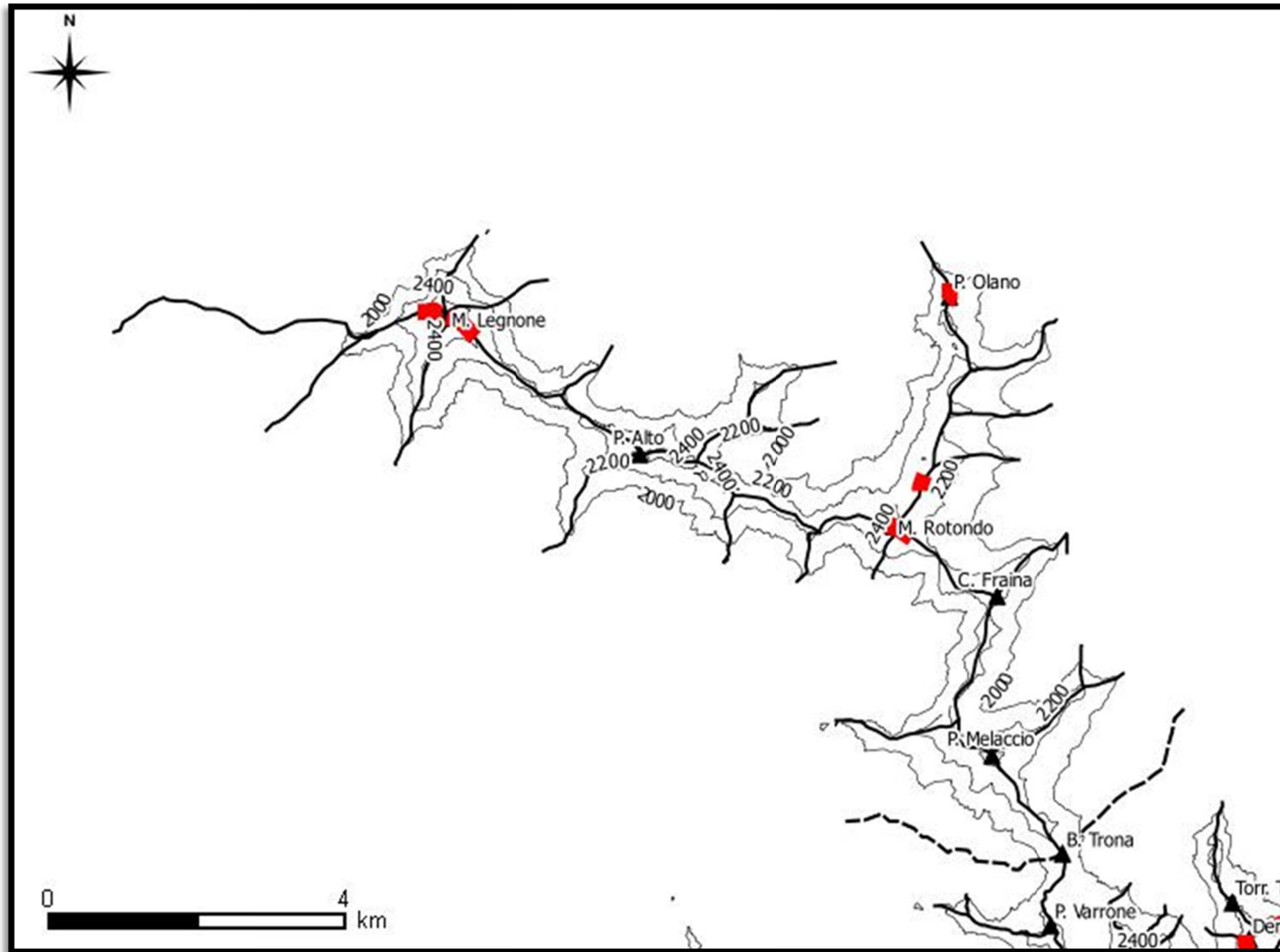


Fig. 5.1.1.1 Distribuzione delle stazioni di *A. brevis* nel gruppo del Legnone. Tratto nero spesso: crinali principali (oltre 2.000 m); Tratto nero sottile isoipsa 2.000 m; Tratteggio: limite del gruppo.

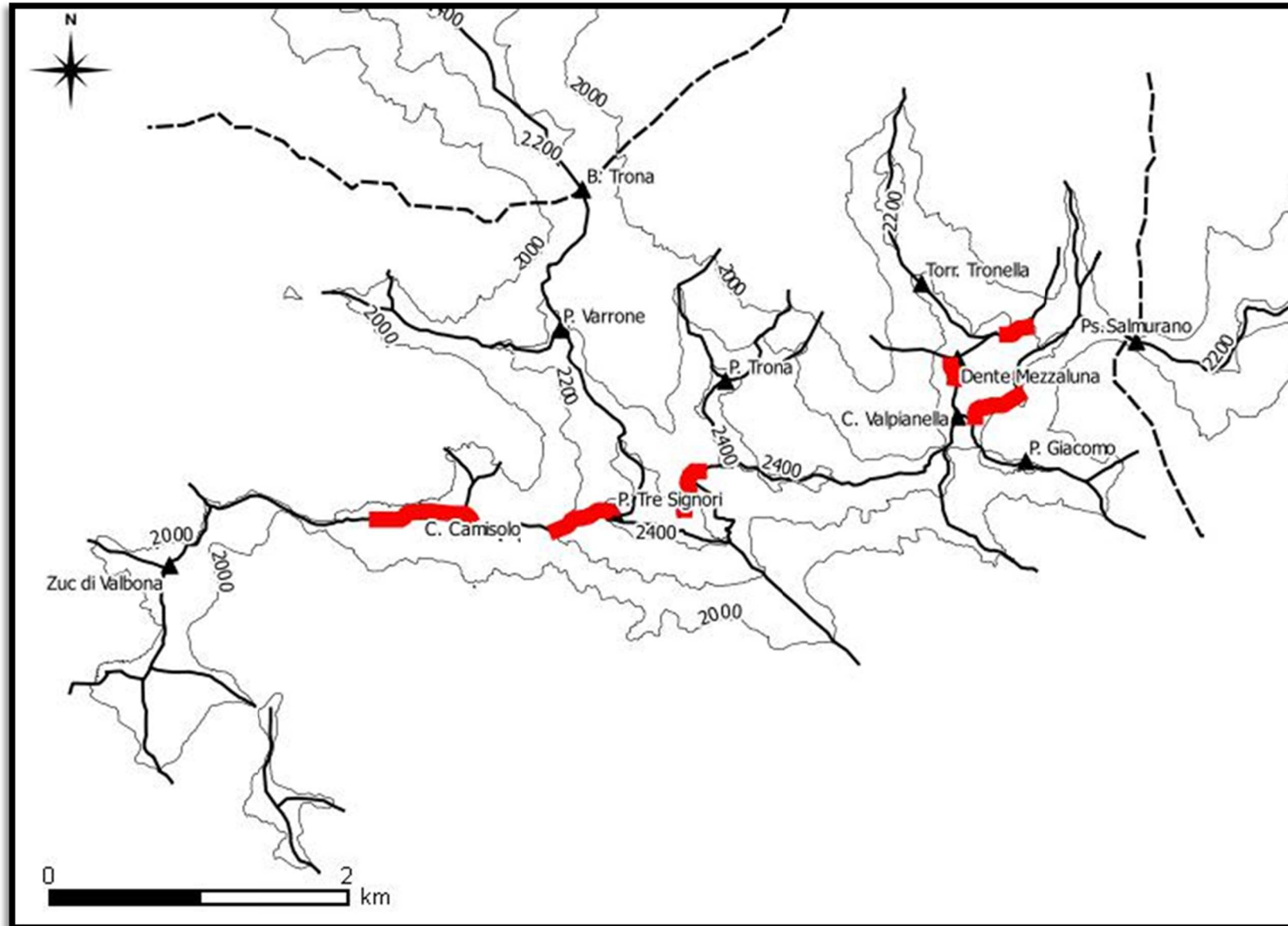
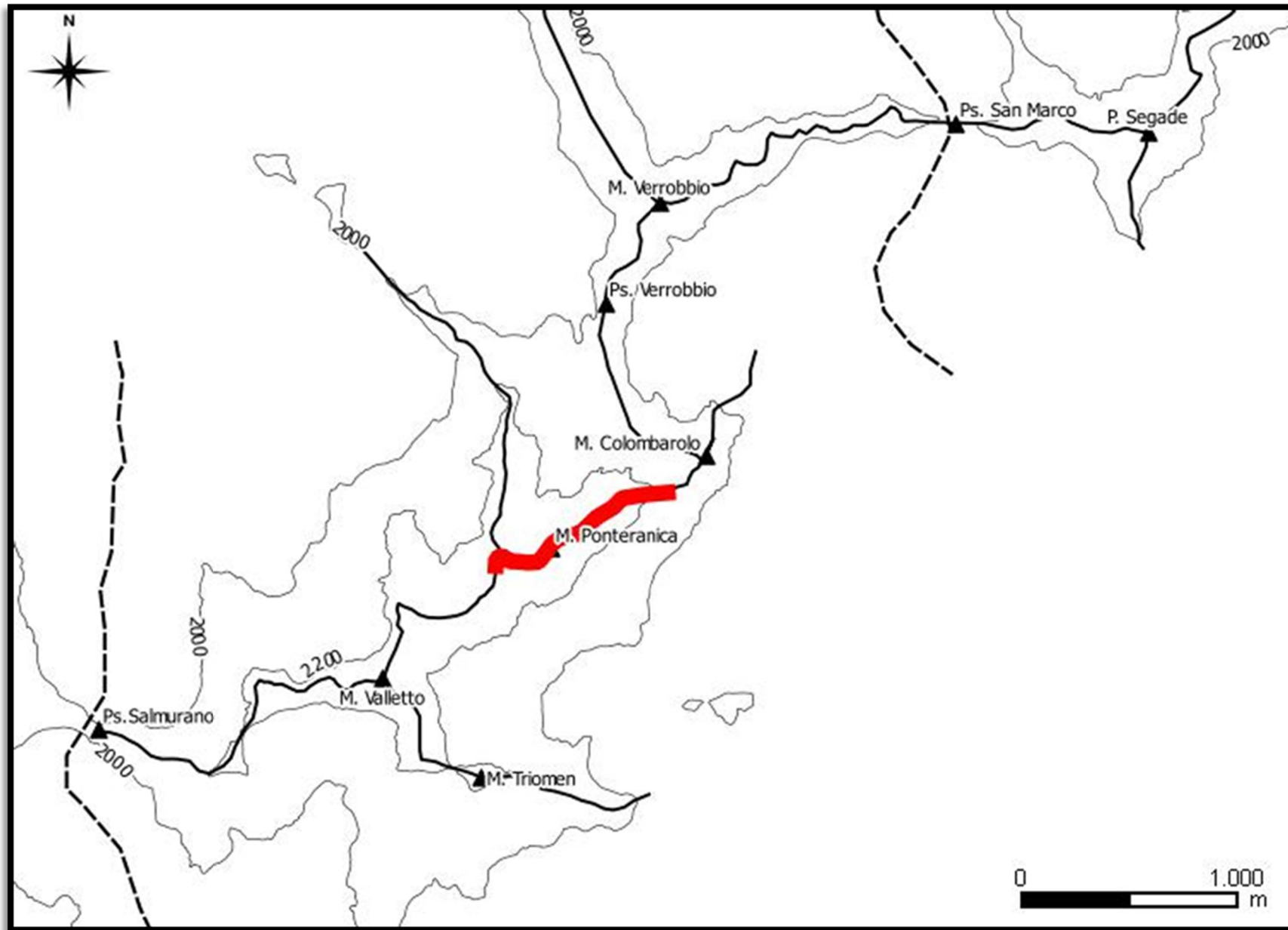
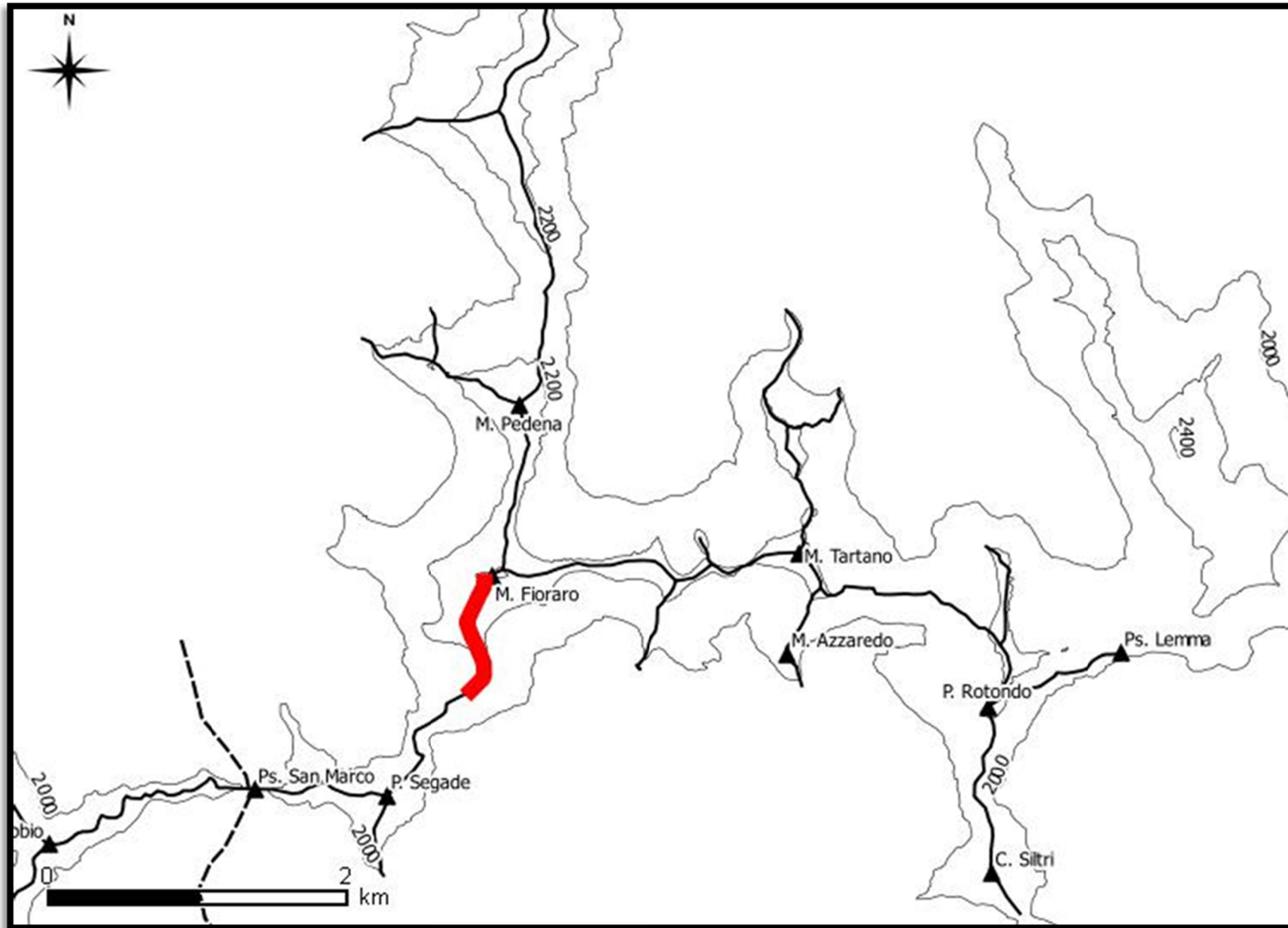


Fig. 5.1.1.2 Distribuzione delle stazioni i di *A. brevis* nel del Gruppo del Pizzo Tre Signori. Tratto nero spesso: crinali principali (oltre 2.000 m); Tratto nero sottile isoipsa 2.000 m; Tratteggio: limite del gruppo.



85 Fig. 5.1.1.3 Distribuzione delle stazioni di *A. brevis* nel gruppo del Ponteranica Tratto nero spesso: crinali principali (oltre 2.0000 m); Tratto nero sottile isoipsa 2.000 m; Tratteggio: limite del gruppo.



59 Fig. 5.1.1.4 Distribuzione delle stazioni di *A. brevis* nel Gruppo del Masoni. Tratto nero spesso: crinali principali (oltre 2.000 m); Tratto nero sottile isoipsa 2000 m; Tratteggio: limite del gruppo.

5.1.1.1 MONTE LEGNONE



Fig. 5.1.1.1.1 Il crinale orientale del Monte Legnone, dove è stata individuata la popolazione di *A. brevis*. 2.590 m, Luglio 2015, foto F. Mangili.

Tab. 5.1.1.1.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* del Monte Legnone

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Legnone	1	70	29	77,37	1,90	6,74	22,63	18,25
Dev. standard				± 0,69	± 0,21	± 3,21	± 2,18	± 1,85

Tab. 5.1.1.1.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione del Monte Legnone

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/ 0	INDIVIDU I/ 1	INDIVIDU I/ 2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Leg.	16	59	4	9	3	0	6	7	3

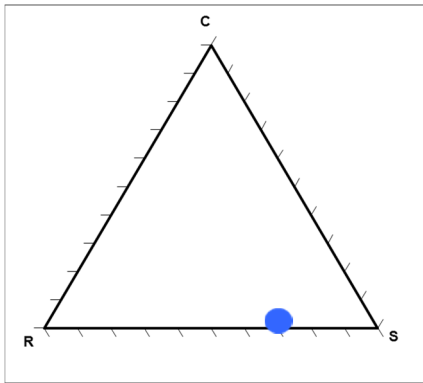


Fig. 5.1.1.1.2 Trade off triangle per *A. brevis* da Monte Legnone

Fig. 5.2.5.2 Trade off triangle per *A. brevis* da Sasso Canale



Fig. 5.1.1.1.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* da Monte Legnone

Rilievi floristici

Legnone 1: 09/07/2015; N 46°05'40.5" E 009°24'58.0"; 2.578 m; esp 117°; inc 15°; petr 50%

Flora rilevata (indici copertura rilievo 1): *Androsace brevis* (+); *Carex curvula* (1); *Euphrasia alpina* (+); *Festuca halleri* (3); *Gentiana alpina* (3); *Hieracium glanduliferum* (+); *Leontodon helveticus* (+); *Leucanthemopsis alpina* (1); *Luzula lutea* (1); *Minuartia sedoides* (2); *Pedicularis kernerii* (+); *Phyteuma globularifolium* (1); *Sedum alpestre* (+); *Senecio insubricus* (+); *Trifolium alpinum* (+)

Nonostante il Monte Legnone sia una delle stazioni note da più tempo, è stata individuata una sola popolazione di 16 individui, sulla cresta orientale. Anche se pochi, gli individui sono risultati essere piuttosto grossi (59 rosette di media). La maggior parte dei pulvini (9) presenta vegetazione limitrofa anche se non coprente. Il calcolo della strategia CSR, condotto in base alle misure effettuate, evidenzia una strategia funzionale "S – S/R", con netta predominanza del tratto S.

5.1.1.2 MONTE ROTONDO



Fig. 5.1.1.2.1 Area cacuminale del M. Rotondo, ove sono site le stazioni di *A. brevis*, 2.496 m, Settembre 2013. Foto F. Mangili

Tab. 5.1.1.2.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* del Monte Rotondo

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulenza (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Rotondo	1	52	47	81,84	2,38	4,58	18,16	19,76
Dev. standard				± 3,67	± 0,32	± 1,21	± 3,67	± 3,45

Tab. 5.1.1.2.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione del Monte Rotondo

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/0	INDIVIDU I/1	INDIVIDU I/2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Rot1	49	56	2	22	25	1	18	16	14
Rot2	50	34	7	23	20	3	27	14	6
Rot3	68	50	6	34	28	9	20	25	14

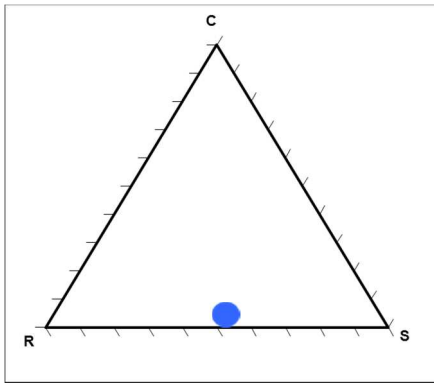


Fig. 5.1.1.2.2 Trade off triangle per *A. brevis* da Monte Rotondo

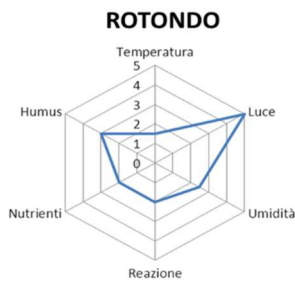


Fig. 5.1.1.2.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* da Monte Rotondo

Rilievi floristici

Rotondo 1: 06/09/2013; N°46°04'11.9" E 009°29'38.0"; 2.448 m; esp 73°; inc 25°; petr 50%

Rotondo 2: 06/09/2013; N 46°04'12.3" E 009°29'38.9"; 2.455 m; esp 98°; inc 30°; petr 70%

Rotondo 3: 06/09/2013; N 46°04'13.5" E 009°29'35.8"; 2.490 m; esp 65°; inc 30°; petr 40%

Flora rilevata (indici copertura rilievi 1,2,3): *Agrostis rupestris* (0;+;0); *Androsace brevis* (1;+;1); *Antennaria carpathica* (+;+;0); *Avenella flexuosa* (+;0;0); *Avenula versicolor* (1;+;1); *Carex curvula* (1;+;1); *Carex sempervirens* (0;+;+); *Euphrasia alpina* (+;0;0); *Festuca scabriculum* (+;0;+); *Gentiana alpina* (+;+;+); *Gentianella anisodonta* (+;+;0); *Juncus trifidus* (+;+;+); *Leucanthemopsis alpina* (+;0;+); *Minuartia sedoides* (+;0;+); *Pedicularis kernerii* (+;+;0); *Phyteuma globularifolium* (0;0;+); *Phyteuma hedraianthifolium* (+;+;+); *Primula hirsuta* (+;+;+); *Rhododendron ferrugineum* (+;0;0); *Salix herbacea* (+;0;0); *Sedum alpestre* (+;0;0); *Senecio insubricus* (+;+;+); *Silene acaulis* (1;+;1); *Trifolium alpinum* (+;+;+); *Vaccinium gaultherioides* (+;0;+).

Sul Monte Rotondo sono state individuate 3 popolazioni per un totale di 167 pulvini, tutti prossimi all'area di vetta. Per quanto riguarda il numero di rosette per pulvino, presentano una distribuzione uniforme in tutte e 4 le classi dimensionali. Pochi i pulvini completamente liberi da vegetazione erbacea. Il calcolo della strategia CSR, evidenzia una strategia funzionale "S - R", con similitudine nei valori delle componenti S ed R. Da notare ancora una volta la presenza della rara *Gentiana alpina*.

5.1.1.3 PIZZO TRE SIGNORI



Fig. 5.1.1.3.1 Il lungo crinale meridionale del Pizzo Tre Signori e la Cima di Camisolo, ove sono situate le più consistenti popolazioni di *A. brevis* nell'area. Settembre 2013. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDUI 1.1	INDIVIDUI 1.2	INDIVIDUI 1.3	CLASSE 1 (10-30)	CLASSE 2 (30-60)	CLASSE 3 (60-70)	CLASSE 4 (70>)
351	99	22	20	39	40	34	44	20	1
Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)	
	C	S	R						
<i>Tre Signori</i>	1	57	42	81,77	2,46	6,19	18,23	18,60	
<i>Dev. standard</i>				± 2,26	± 0,18	± 1,30	± 2,26	± 2,79	

Tab. 5.1.1.3.1 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione del Pizzo Tre Signori

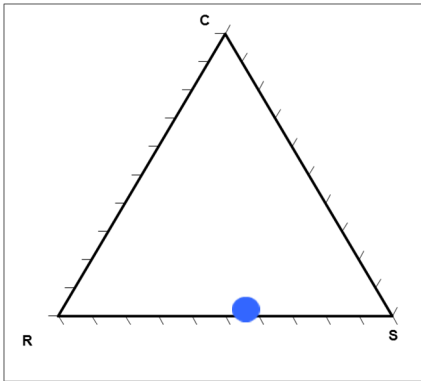


Fig. 5.1.1.3.2 Trade off triangle per *A. brevis* da Pizzo Tre Signori

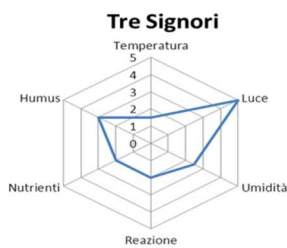


Fig. 5.1.1.3.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* da Pizzo Tre Signori

Rilievi Floristici

Tre Signori 1: 09/09/2014; N 46°00'40.6" E 009°30'06.9"; 2.065 m; esp 186°; inc 5°; petr 5%

Tre Signori 2: 09/09/2014; N 46°00' 41.1" E 009°30'14.0"; 2.132 m; esp 132°; inc 5°; petr 45%

Tre Signori 3: 09/09/2014; N 46°00'37.5" E 009°30'53.2"; 2.194 m; esp 359°; inc 40°; petr 25%

Tre Signori 4: 09/09/2014; N 46°00'39.1" E 009°31'10.8"; 2.220 m; esp 182°; inc 15°; petr 45%

Flora rilevata (indici copertura rilievi 1,2,3,4): *Androsace brevis* (1;1;1;+); *Antennaria carpathica* (+;0;+;+); *Anthyllis vulneraria* (0;0;0+); *Astrantia minor* (0;0;+;0); *Avenula versicolor* (0;+;+;+); *Bartsia alpina* (0;0;+;0); *Carex curvula* (0;3;0;0); *Carex sempervirens* (+;0;0;0); *Draba aizoides* (0;0;0;+); *Erigeron uniflorus* (+;0;0;0); *Euphrasia alpina* (1;0;+;+); *Galium anisophyllum* (0;0;0;1); *Gentiana kochiana* (+;0;0;0); *Gentiana verna* (0;0;0;+); *Gentianella anisodonta* (0;0;+;0); *Homogyne alpina* (0;0;0;+); *Juncus trifidus* (+;2;0;+); *Juniperus nana* (0;1;0;0); *Leontodon helveticus* (+;+;+;0); *Leucanthemopsis alpina* (+;0;0;+); *Ligusticum mutellina* (0;0;+;0); *Lotus alpinus* (1;0;0;0); *Luzula lutea* (1;+;0;0); *Minuartia recurva* (1;0;0;0); *Nardus stricta* (1;0;0;1); *Pedicularis kernerii* (0;+;0;+); *Phyteuma hemisphaericum* (0;+;+;0); *Poa alpina* (1;1;0;0); *Primula hirsuta* (0;1;0;+); *Primula latifolia* (0;0;+;0); *Pulsatilla alpina* (+;0;0;0); *Pulsatilla vernalis* (+;0;0;0); *Salix retusa* (1;0;+;+); *Saxifraga oppositifolia* (0;0;0;1); *Saxifraga paniculata* (0;0;+;1); *Silene acaulis* (0;+;1;+); *Trifolium alpinum* (0;+;0;0); *Vaccinium gaultherioides* (2;1;1;0); *Vaccinium vitis-idaea* (0;+;1;0).

La stazione del Pizzo Tre Signori conta 4 popolazioni di cui una (3S1) molto numerosa. Tutte le popolazioni presentano numerosi individui di piccole e medie dimensioni (classe 1 – 2). Pochi i pulvini completamente liberi da vegetazione coprente. Il calcolo della strategia CSR, evidenzia una strategia funzionale “S – S/R”, con dominanza della componente S.

5.1.1.4 BOCCHETTA D'INFERNO



Fig. 5.1.1.4.1 Vista sulla conca della bocchetta d'Inferno. La popolazione di *A. brevis* individuata è posta poco a destra nell'immagine, all'attacco della cresta E del Pizzo Tre Signori. Da notare la presenza di *A. alpina* nel detrito. Giugno 2015. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/ 0	INDIVIDU I/ 1	INDIVIDU I/ 2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
BI	17	30	5	8	4	3	7	7	0

Tab. 5.1.1.4.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* alla Bocchetta d'Inferno

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Bocchetta I.	1	52	47	81,94	2,40	4,57	18,06	19,69
	Dev. standard			± 3,69	± 0,33	± 1,23	± 3,69	± 3,53

Tab. 5.1.1.4.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione del Pizzo Tre Signori

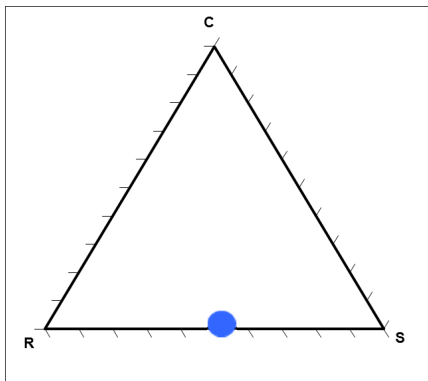


Fig. 5.1.1.4.2 Trade off triangle per *A. brevis* dalla Bocchetta d'Inferno

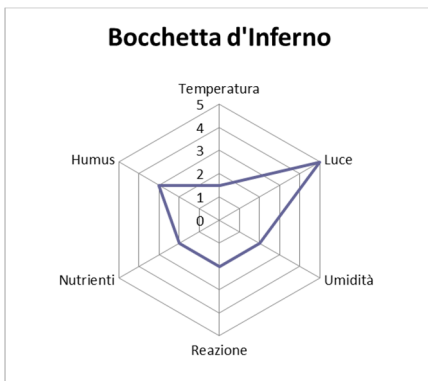


Fig. 5.1.1.4.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* da Bocchetta d'Inferno

Rilievi floristici

Bocchetta 1: 23/06/2015; N 46° 00' 50.4" E 009°31'56.7"; 2.315 m; esp 25°; inc 15°; petr 60%

Flora rilevata (indice di copertura rilievo): *Androsace brevis* (+); *Antennaria carpathica* (+); *Avenula versicolor* (1); *Bartsia alpina* (+); *Carex curvula* (3); *Carex sempervirens* (+); *Doronicum clusii* (+); *Eritrichium nanum* (+); *Festuca halleri* (1); *Gentiana bavarica* (+); *Gentiana brachyphylla* (+); *Gentiana kochiana* (+); *Juncus trifidus* (+); *Leontodon helveticus* (+); *Ligusticum mutellinoides* (+); *Lloydia serotina* (+); *Luzula lutea* (+); *Minuartia sedoides* (1); *Minuartia verna* (+); *Phyteuma globularifolium* (+); *Phyteuma hedraianthifolium* (+); *Polygonum viviparum* (+); *Primula hirsuta* (1); *Primula latifolia* (1); *Salix herbacea* (+); *Saxifraga exarata* (+); *Saxifraga oppositifolia* (+); *Silene acaulis* (1); *Vaccinium gaultherioides* (1); *Vaccinium myrtillus* (+); *Vaccinium vitis-idaea* (+); *Viola biflora* (+).

La stazione della Bocchetta d'Inferno conta una popolazioni con 17 pulvini, per la maggior parte inclusi nella seconda e terza classe dimensionale: nessun pulvino di dimensioni molto grandi (classe 4). Circa un quarto degli individui presenta vegetazione erbacea coprente. Da notare la presenza di *Androsace alpina* nel detrito sottostante la bocchetta, sul versante bergamasco. Il calcolo della strategia CSR, evidenzia una strategia funzionale "S - R", senza una prevalenza di una delle due componenti sull'altra.

5.1.1.5 RIFUGIO BENIGNI - DENTE DI MEZZALUNA



Fig. 5.1.1.5.1 Vista sulla conca sottostante il versante orientale della Cima di Valpianella, con il Dente di Mezzaluna in centro. Sono state individuate 6 popolazioni di *A. brevis* lungo tutti i crinali che circondano la conca.. Giugno 2015. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/0	INDIVIDU I/1	INDIVIDU I/2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Ben1	30	33	15	11	4	4	14	10	2
Ben2	25	33	10	7	8	3	15	4	3
Ben3	18	35	12	2	4	3	10	2	3
Ben4	6	38	3	1	2	0	3	2	1
Ben5	2	58	0	2	0	0	1	0	1
Ben6	9	30	6	2	1	0	5	3	1

Tab. 5.1.1.5.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* presso Rifugio Benigni

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Benigni	1	64	35	80,27	2,27	6,14	19,73	18,20
	Dev. standard			± 2,13	± 0,19	± 1,99	± 2,13	± 2,21

Tab. 5.1.1.5.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui presso il Rifugio Benigni

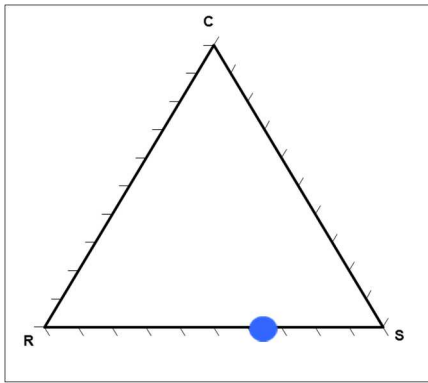


Fig. 5.1.1.5.2 Trade off triangle per *A. brevis* dal Rifugio Benigni

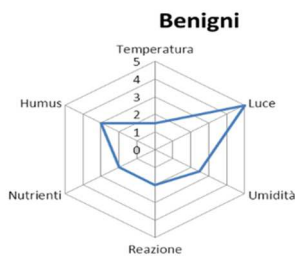


Fig. 5.1.1.5.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* dal Rifugio Benigni

Rilievi floristici

Benigni 1: 30/08/2014; N 46°01'21.6" E 009°33'39.1"; 2.260 m; esp 48°; inc 5°; petr 35%

Benigni 2: 30/08/2014; N 46°01'07.9" E 009°33'28.1"; 2.280 m; esp 215°; inc 10°; petr 40%

Benigni 3: 30/08/2014; N 46°01'07.0" E 009°33'26.3"; 2.290 m; esp 100°; inc 25°; petr 30%

Benigni 4: 30/08/2014; N 46°01'06.4" E 009°33'25.5"; 2.300 m; esp 125°; inc 25°; petr 30%

Benigni 5: 30/08/2014; N 46°01'09.7" E 009°33'18.7"; 2.302 m; esp 130°; inc 30°; petr 30%

Benigni 6: 30/08/2014; N 46°01'08.0" E 009°33'25.3"; 2.284 m; esp 120°; inc 40°; petr 25%

Flora rilevata (indici di copertura rilievi 1,2,3,4,5,6): *Androsace brevis* (+;1;1;+;+;1); *Androsace vandelli* (0;0;0;0;+;0); *Avenella flexuosa* (0;0;0;0;0;+); *Avenula versicolor* (0;1;+;+;+;1); *Bartsia alpina* (0;0;+;0;0;0); *Bupleurum stellatum* (0;0;+;0;+;0); *Carex curvula* (1;0;0;0;0;1); *Carex sempervirens* (1;1;2;0;1;0); *Daphne striata* (0;0;+;0;0;0); *Draba aizoides* (0;0;+;0;0;0); *Draba dubia* (0;0;+;0;0;0); *Erigeron uniflorus* (0;+;0;+;0;0); *Eritrichium nanum* (0;0;1;0;0;0); *Euphrasia alpina* (0;+;+;+;0;0); *Festuca scabriculum* (0;0;0;2;0;1); *Galium anisophyllum* (0;0;+;+;0;+); *Gentiana brachyphylla* (0;0;+;0;0;0); *Gentianella anisodonta* (+;0;+;+;+;0); *Hieracium glanduliferum* (0;+;+;0;0;0); *Hutchinsia alpina* (+;0;0;0;0;+); *Juncus trifidus* (1;1;1;1;0;1); *Juniperus nana* (0;0;0;+;0;0); *Leontodon helveticus* (0;0;0;0;0;+); *Leontopodium alpinum* (0;0;1;0;0;0); *Minuartia verna* (0;+;+;0;0;0); *Pedicularis kernerii* (0;+;0;+;0;+); *Phyteuma hedraianthifolium* (0;0;+;0;0;+); *Phyteuma hemisphaericum* (0;+;+;0;+;0); *Polygonum viviparum* (0;0;0;+;0;0); *Potentilla aurea* (0;+;+;+;0;+); *Primula hirsuta* (+;+;1;0;+;+); *Rhododendron ferrugineum* (+;0;0;+;0;0); *Salix herbacea* (0;0;0;0;0;+); *Saxifraga exarata* (0;+;1;0;0;0); *Saxifraga paniculata* (0;1;+;0;0;0); *Senecio insubricus* (+;0;+;0;0;+); *Silene acaulis* (1;1;1;1;1;1); *Trifolium alpinum* (+;0;0;0;0;0); *Vaccinium gaultherioides* (1;+;+;1;0;+); *Viola biflora* (0;0;+;+;0;0).

La stazione del Rifugio Benigni conta 6 popolazioni, per un totale di 90 individui per la maggior parte inclusi della classe dimensionale 2. Da notare come metà dei pulvini risultano totalmente liberi da copertura erbacea. Il calcolo della strategia CSR, evidenzia una strategia funzionale "S – S/R", con netta predominanza della componente S.

5.1.1.6 MONTE PONTERANICA



Fig. 5.1.1.6.1 Il crinale sommitale del Monte Ponteranica, dove sono concentrate le popolazioni di *A. brevis*, visto dalla cima del Valletto. Giugno 2012. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/0	INDIVIDU I/1	INDIVIDU I/2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Pon1	52	32	17	25	10	12	18	15	7
Pon2	30	43	8	10	12	4	8	14	4
Pon3	46	34	12	19	15	5	19	18	4
Pon4	14	50	9	1	3	0	5	6	3
Pon5	14	53	6	3	5	0	5	6	3

Tab. 5.1.1.6.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* presso monte Ponteranica

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Ponteranica	1	70	29	76,74	1,84	4,58	23,26	18,35
Dev. standard				± 3,63	± 0,29	± 1,21	± 3,63	± 1,48

Tab. 5.1.1.6.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui presso monte Ponteranica

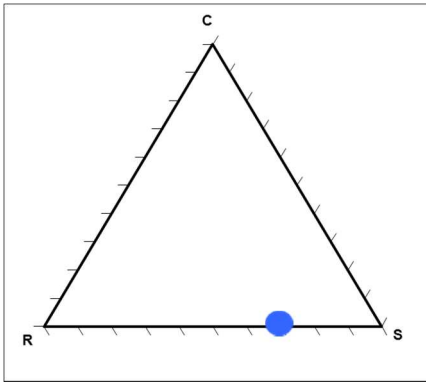


Fig. 5.1.1.6.2 Trade off triangle per *A. brevis* dal Monte Ponteranica

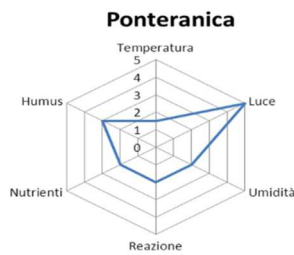


Fig. 5.1.1.6.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* dal Monte Ponteranica

Rilievi floristici

Ponteranica 1: 26/07/2013; N°46°01'51.0" E 009°36'01.8"; 2.315 m; esp 170°; inc 20°; petr 50%

Ponteranica 2: 26/07/2013; N°46°01'49.8" E 009°35'59.9"; 2.330 m; esp 160°; inc 20°; petr 40%

Ponteranica 3: 26/07/2013; N°46°01'49.8" E 009°35'59.9"; 2.329 m; esp 160°; inc 25°; petr 50%

Ponteranica 4: 26/07/2013; N°46°01'46.8" E 009°35'51.6"; 2.340 m; esp 165°; inc 30°; petr 40%

Ponteranica 5: 26/07/2013; N 46°01'45.4" E 009°35'50.2"; 2.320 m; esp 155°; inc 20°; petr 60%

Flora rilevata (indici di copertura rilievi 1,2,3,4,5): *Androsace brevis* (1;1;1;+;1); *Agrostis rupestris* (0;0;+;0;0); *Antennaria carpathica* (0;+;+;+;+); *Avenula versicolor* (1;1;+;+;1); *Bupleurum stellatum* (+;0;0;0;0); *Cardamine resedifolia* (+;0;0;+;+); *Carex curvula* (0;+;0;+;+); *Carex sempervirens* (+;+;0;+;+); *Draba aizoides* (+;+;0;0;0); *Erigeron uniflorus* (0;+;1;+;+); *Euphrasia salisburgensis* (0;0;+;+;0); *Festuca scabriculumis* (+;1;+;0;+); *Galium anisophyllum* (+;0;0;0;0); *Gentiana bavarica* (+;0;0;0;0); *Gentiana verna* (+;0;0;0;0); *Hieracium glanduliferum* (+;+;+;+;+); *Juncus trifidus* (+;0;0;+;+); *Leontodon helveticus* (0;0;+;0;0); *Leucanthemopsis alpina* (0;0;2;+;0); *Minuartia sedoides* (+;+;+;+;0); *Pedicularis kernerii* (0;0;0;+;0); *Phyteuma globularifolium* (0;+;+;0;0); *Phyteuma hedraianthifolium* (1;+;+;+;+); *Poa alpina* (0;0;0;+;+); *Polygonum viviparum* (0;0;0;+;0); *Primula hirsuta* (+;+;+;1;+); *Primula latifolia* (0;0;0;+;0); *Salix retusa* (0;0;0;1;+); *Saxifraga paniculata* (1;1;2;2;1); *Sempervivum montanum* (0;+;0;0;0); *Silene acaulis* (2;2;0;2;+); *Thymus sp.* (1;0;0;0;0); *Vaccinium gaultherioides* (0;0;1;1;1); *Vaccinium vitis idea* (0;0;1;+;+).

La stazione del Monte Ponteranica conta 5 popolazioni per un totale di 156 individui, per la maggior parte inclusi nelle classi dimensionali 2 e 3. Metà dei pulvini sono coperti da vegetazione, mentre l'altra metà è completamente libera o è limitrofa a vegetazione non coprente. Il calcolo della strategia CSR, evidenzia una strategia funzionale "S – S/R". Il tratto "S" predomina nettamente sul tratto "R".

5.1.1.7 MONTE FIORARO



Fig. 5.1.1.7.1 Il crinale occidentale del Monte Fioraro, dove, presso gli omini, sono concentrate le popolazioni di *A. brevis*. Giugno 2013. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/0	INDIVIDU I/1	INDIVIDU I/2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Fior1	3	11	0	0	3	2	1	0	0
Fior2	4	12	0	0	4	2	1	2	0
Fior3	2	26	1	1	0	0	1	1	0
Fior4	11	24	0	2	9	4	4	2	1

Tab. 5.1.1.7.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* presso monte Fioraro

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Fioraro	1	64	35	78,09	1,83	6,18	21,91	19,64
Dev. standard				± 1,83	± 0,15	± 1,02	± 1,83	± 1,81

Tab. 5.1.1.7.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui presso monte Fioraro

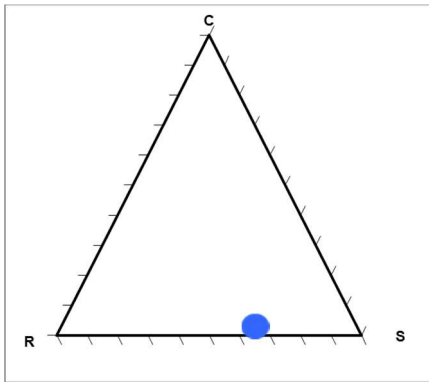


Fig. 5.1.1.7.2 Trade off triangle per *A. brevis* dal Monte Fioraro

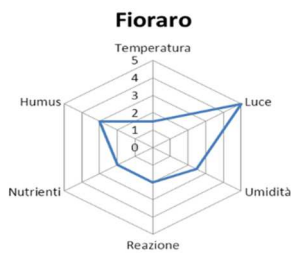


Fig. 5.1.1.7.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* dal Monte Fioraro

Rilievi floristici

Fioraro 1: 30/07/2013; N 46°03'27.4" E 009°38'27.3"; 2.342 m; esp 205°; inc 20°; petr 40%

Fioraro 2: 30/07/2013; N°46°03'25.4" E 009°38'25.7"; 2.338 m; esp 147°; inc 15°; petr 40%

Fioraro 3: 30/07/2013; N°46°03'22,2" E 009°38'27,5"; 2.286 m; esp 185°; inc >45°; petr 60%

Fioraro 4: 30/07/2013; N 46°03'12,8" E 009°38'30.9"; 2.197 m; esp 275°; inc 20°; petr 50%

Flora rilevata (indici di copertura rilievi 1,2,3,4): *Androsace brevis* (+;+;+;+); *Androsace obtusifolia* (+;0;0;0); *Antennaria carpathica* (+;+;0;0); *Avenula versicolor* (+;1;+;1); *Bartsia alpina* (+;0;0;0); *Bupleurum stellatum* (1;+;+;+); *Euphrasia alpina* (0;0;0;+); *Festuca scabriculum* (1;+;1;+); *Galium anisophyllum* (0;+;0;0); *Hieracium glanduliferum* (0;+;0;+); *Homogyne alpina* (+;0;0;0); *Juncus trifidus* (1;0;1;+); *Leontodon helveticus* (0;+;0;+); *Leucanthemopsis alpina* (+;+;0;+); *Luzula lutea* (0;0;+;+); *Pedicularis kernerii* (0;0;0;+); *Phyteuma hemisphaericum* (0;0;0;+); *Poa alpina* (0;1;0;0); *Potentilla aurea* (0;+;0;0); *Salix retusa* (1;+0;0); *Saxifraga bryoides* (+;0;0;0); *Sempervivum montanum* (+;+;0;0); *Silene acaulis* (0;0;0;1); *Trifolium alpinum* (0;+;0;+); *Vaccinium gaultherioides* (+;+;0;2); *Vaccinium myrtillus* (0;1;0;0); *Vaccinium vitis idea* (1;0;0;0); *Salix retusa* (0;0;0;1); *Saxifraga paniculata* (1;1;2;2); *Sempervivum montanum* (0;+;0;0); *Silene acaulis* (2;2;0;2); *Thymus sp.* (1;0;0;0); *Vaccinium gaultherioides* (0;0;1;1); *Vaccinium vitis idea* (0;0;1;+).

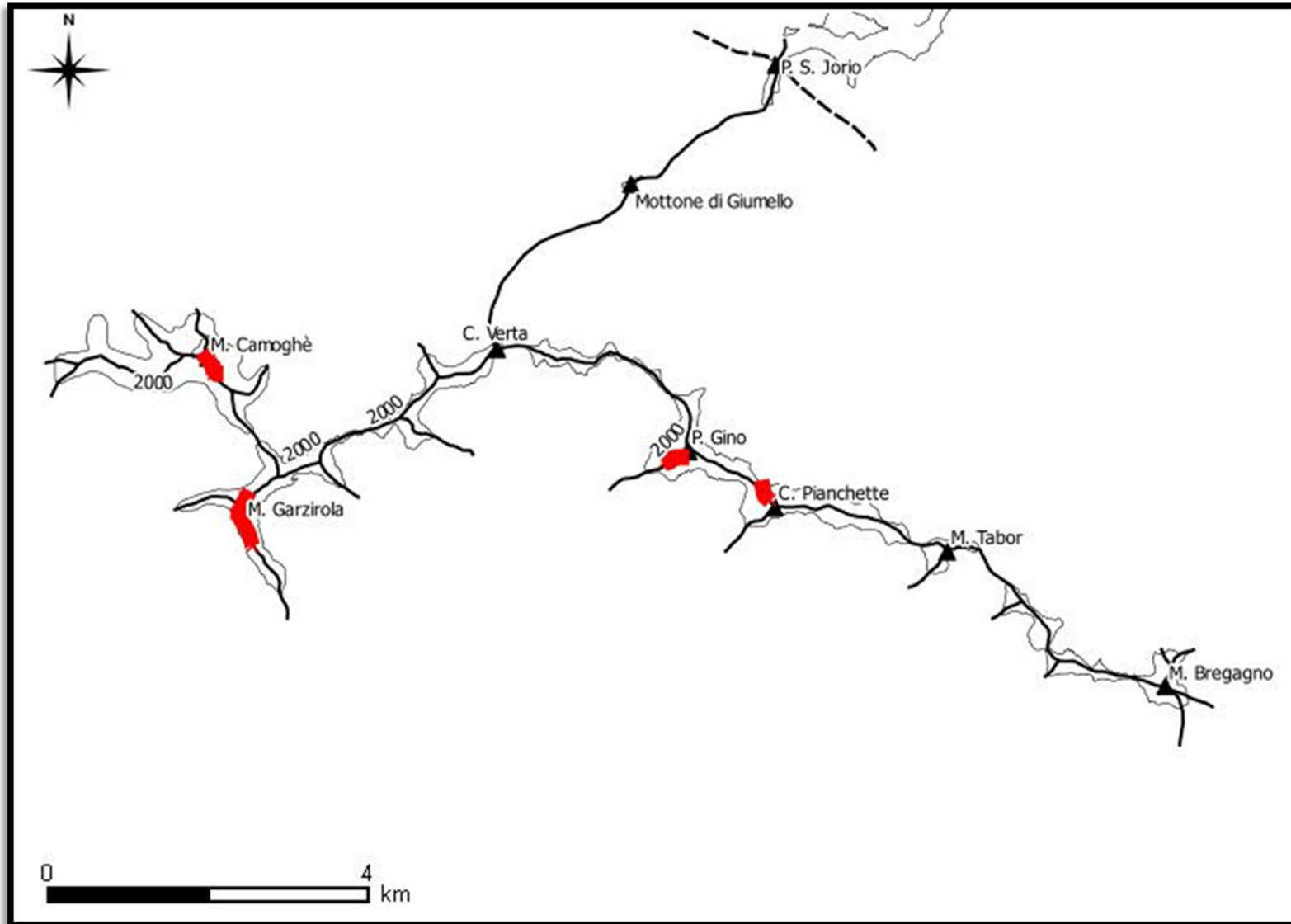


Fig. 5.1.2.1 Distribuzione delle stazioni di *A. brevis* nel gruppo Gino – Camoghè. Tratto nero spesso: crinali principali (oltre 2.000 m); Tratto nero sottile isoipsa 2.000 m; Tratteggio: limite del gruppo.

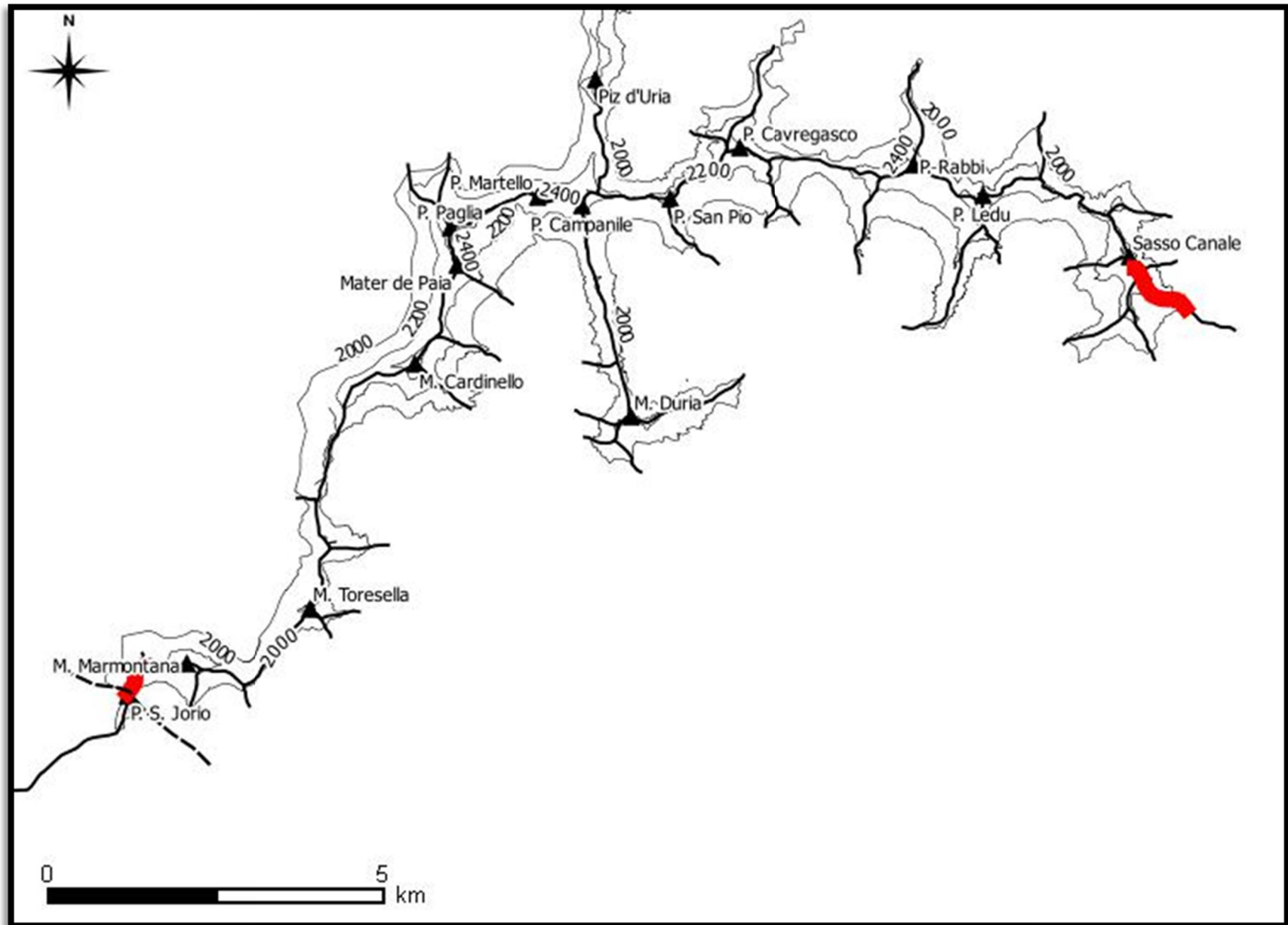


Fig. 5.1.2.2 Distribuzione delle stazioni di *A. brevis* nel gruppo del Ledu. Tratto nero spesso: crinali principali (oltre 2.000 m); Tratto nero sottile isoipsa 2.000 m; Tratteggio: limite del gruppo.

5.1.2.1 GARZIROLA



Fig. 5.1.2.1.1 Monte Garzirola (2.116 m) , versante S. Le stazioni di *A. brevis* sono concentrate sugli ultimi metri dei crinali S e N., Ottobre 2015. Foto F. Mangili

POPO LAZ.	TOT INDIVID UI	MEDIA ROSETTE	INDIVID UI/ 0	INDIVID UI/ 1	INDIVID UI/ 2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Gar1	30	29	5	5	20	9	9	8	4
Gar2	18	38	4	6	8	2	6	7	3
Gar3	6	41	2	2	2	0	3	3	0

Tab. 5.1.2.1.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* del monte Garzirola

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Garzirola	1	50	49	81,13	2,59	8,61	18,87	21,49
Dev. standard				± 9,51	± 0,37	± 2,63	± 9,51	± 11,84

Tab. 5.1.2.1.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione di monte Garzirola

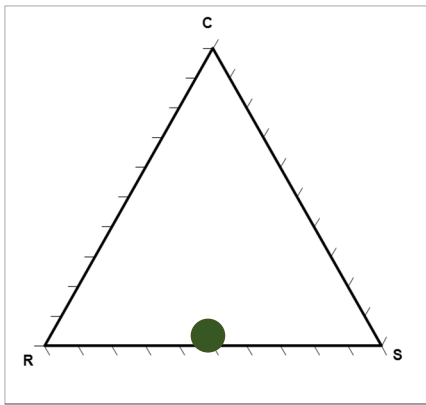


Fig. 5.1.2.1.2 Trade off triangle per *A. brevis* dal monte Garzirola

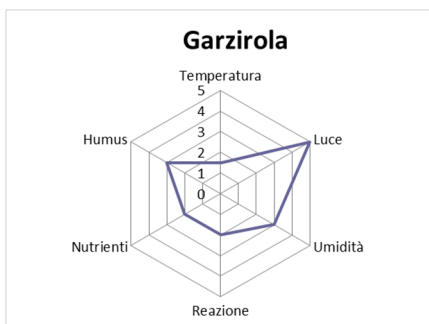


Fig. 5.1.2.1.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* dal monte Garzirola

Rilievi Floristici:

Garzirola 1: 21/05/2013; 46° 6'57.68"N 9° 4'23.69"E; 2.090 m; esp: 175°; inc: 15°; petr. 70%

Garzirola 2: 21/05/2013; 46° 7'0.94"N 9° 4'22.51"E; 2.070; esp: 170°; inc:15°; petr 60%

Garzirola 3: 21/05/2013; 46° 6'51.48"N 9° 4'25.71"E; 2.080; esp: 170°; in:15°; petr. 70%

Flora rilevata (indici di copertura rilievi 1,2,3) : *Androsace brevis* (+;+;+); *Carex sempervirens* (+;1;0); *Trifolium alpinum* (0;+;0); *Poa alpina* (+;1;0); *Senecio insubricus* (+;+;0); *Leucanthemopsis alpina* (0;+;0); *Potentilla aurea* (0;+;0); *Cardamine resedifolia* (+;0;0); *Nardus stricta* (+;+;1); *Polygonum viviparum* (+;+;0); *Ligusticum mutellina* (0;0;1); *Silene acaulis* (+;+;1); *Festuca scabriculum* (1;+;1); *Avenula versicolor* (1;+;+); *Juncus trifidus* (+;1;+); *Vaccinium gaultherioides* (+;1;+); *Primula hirsuta* (+;+;+); *Leontodon helveticus* (+;0;+); *Gentiana alpina* (+;1;+); *Phyteuma hemisphaericum* (0;+;+).

Nella stazione di Monte Garzirola sono state individuate 3 popolazioni per un totale di 54 individui. La distribuzione per classi dimensionali è relativamente uniforme, con maggioranza di pulvini medio-piccoli (1-30 rosette). Oltre metà degli individui (30) presenta vegetazione coprente. Pochi gli individui costituiti da poche rosette. Il calcolo della strategia CSR evidenzia una strategia funzionale "S - R", con valori simili per le due componenti. Da rilevare, nei rilievi floristici la presenza di *Gentiana alpina*, specie estremamente rara in Italia.

5.1.2.2 PIZZO DI GINO

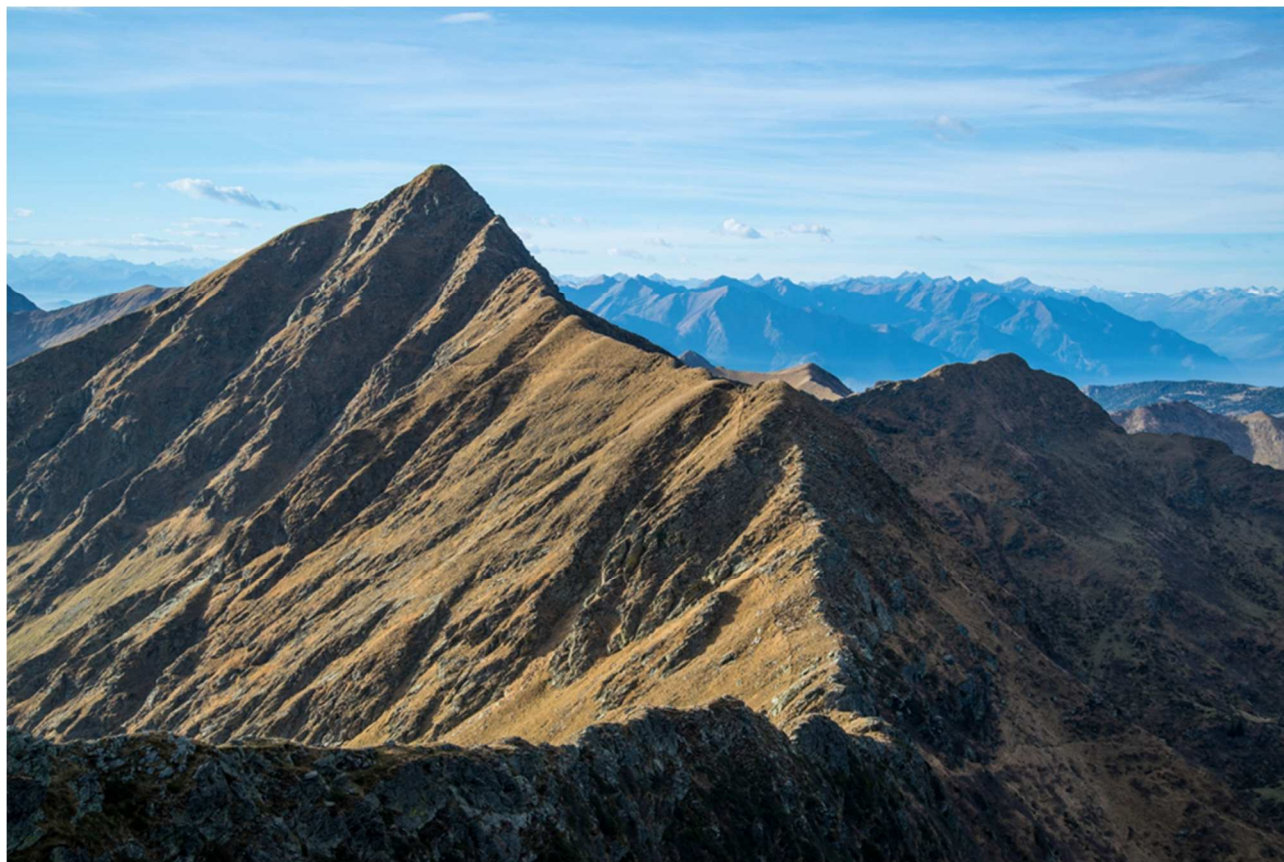


Fig. 5.1.2.2.1 Il Pizzo Gino, 2.245 m, creste S ed E. Le popolazioni di *A. brevis* individuate si concentrano poco sotto la vetta lungo la cresta S. Ottobre 2014. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/0	INDIVIDU I/1	INDIVIDU I/2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Gin1	10	67	3	5	2	1	1	3	5
Gin2	6	38	0	4	2	1	2	3	0

Tab. 5.1.2.2.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* del Pizzo di Gino

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Gino	1	68	31	78,49	2,05	7,55	21,51	18,20
Dev. standard				± 2,99	± 0,31	± 2,95	± 2,99	± 1,66

Tab. 5.1.2.2.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione del Pizzo di Gino

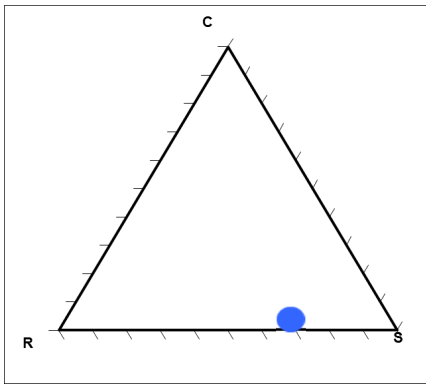


Fig. 5.1.2.2.2 Trade off triangle per *A. brevis* dal Pizzo di Gino



Fig. 5.1.2.2.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* dal Pizzo di Gino

Rilievi floristici:

Gino 1: 03/10/2014; N 46°07'23.2" E 009°08'27.2"; 2.112 m; esp. 304°; inc. 5°; petr. 50%

Gino 2: 03/10/2014; N 46°07'24.3" E 009°08'36.3"; 2.110 m; esp. 288°; inc. 10°; petr. 40%

Flora rilevata (indici di copertura rilievi 1;2): *Androsace brevis* (1;+); *Avenula versicolor* (1;1); *Galium anisophyllum* (1;0); *Gentiana alpina* (+;0); *Gentianella anisodonta* (+;0); *Hutchinsia alpina* (+;0); *Juncus trifidus* (1;0); *Juniperus nana* (+;0); *Leontodon helveticus* (0;+); *Nardus stricta* (0;+); *Poa alpina* (0;2); *Primula hirsuta* (0;+); *Rhododendron ferrugineum* (+;0); *Senecio insubricus* (+;0); *Silene acaulis* (2;+); *Trifolium alpinum* (0;+); *Vaccinium gaultherioides* (+;0)

La stazione del Pizzo di Gino conta 2 popolazioni per un totale di 16 individui. Il numero di rosette colloca buona parte dei pulvini nella classe 3 e 4, ossia superiore a 30 rosette per pulvino, evidenziando individui di grandi dimensioni. Poco più della metà dei pulvini (9 su 16) non presenta vegetazione erbacea coprente. Il calcolo della strategia CSR evidenzia una strategia funzionale "S - SR".

5.1.2.3 CIMA PIANCHETTE



Fig. 5.1.2.3.1 Crinale sommitale di Cima Pianchette., 2.158 m, Ottobre 2014. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/ 0	INDIVIDU I/ 1	INDIVIDU I/ 2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Pian1	1	62	0	0	1	0	0	1	0
Pian2	1	10	0	1	0	0	1	0	0
Pian3	10	33	0	1	9	2	3	5	0
Pian4	1	16	0	1	0	0	1	0	0
Pian5	6	17	1	1	4	4	1	1	0

Tab. 5.1.2.3.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* del Pizzo di Gino

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Pianchett e	1	89	10	64,20	1,33	5,56	35,80	16,12
Dev. standard				± 12,71	± 0,29	± 1,58	± 12,71	± 6,90

Tab. 5.1.2.3.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione del Pizzo di Gino

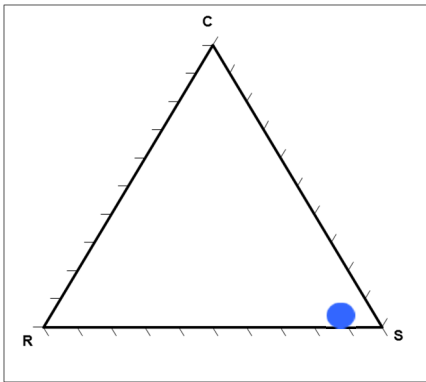


Fig. 5.1.2.3.2 Trade off triangle per *A. brevis* da Cima Pianchette

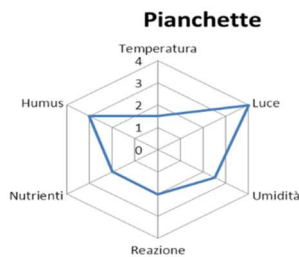


Fig. 5.1.2.3.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* da Cima Pianchette

Rilievi florisitici:

Pianchette 1: 18/06/2013; 46° 7'5.90"N 9° 9'25.02"E; 2.145 m; esp 160°; inc 20%; petr 30%

Pianchette 2: 18/06/2013; 46° 7'7.80"N 9° 9'23.11"E; 2.120 m; esp 40°; inc 20%; petr 50%

Pianchette 3: 18/06/2013; 46° 7'10.95"N 9° 9'19.80"E; 2.130 m; esp 220°; inc 40%; petr 40%

Pianchette 4: 18/06/2013; 46° 7'13.01"N 9° 9'17.87"E; 2.135 m; esp 240°; inc 40%; petr 35%

Pianchette 5: 18/06/2013; 46° 7'15.40"N 9° 9'13.88"E; 2.125 m; esp 40°; inc 20%; petr 40%

Flora rilevata (indici di copertura rilievo 1,2,3,4,5): *Androsace brevis* (+;+;+;1;1); *Agrostis rupestris* (0;1;+;1;0); *Alchemilla gr. Alpina* (0;1;+;0;0); *Antennaria carpathica* (0;0;+;0;0); *Avenella flexuosa* (2;0;+;2;0) *Campanula scheuchzerii* (0;0;0;0;+); *Cardamine resedifolia* (0;0;r;0;2); *Carex curvula* (0;1;0;0;0); *Carex sempervirens* (0;0;1;1;0); *Galium anisophyllum* (0;0;+;0;0); *Gentiana alpina* (1;0;1;1;2); *Hieracium glanduliferum* (+;1;0;0;0); *Hieracium sp.* (+;0;0;0;1); *Juncus trifidus* (0;+;+;0;0); *Leontodon helveticus* (2;r;r;0;0); *Leucanthemopsis alpina* (0;1;0;+;0); *Luzula lutea* (2;0;0;0;0); *Nardus stricta* (3;1;2;0;0); *Phyteuma hemisphaericum* (0;1;+;+;0); *Poa alpina* (2;0;+;1;2); *Potentilla aurea* (1;r;0;0;0); *Primula hirsuta* (0;+;0;0;+); *Rhododendron ferrugineum* (0;+;0;+;0); *Salix retusa* (0;1;0;0;0); *Senecio insubricus* (0;0;+;0;+); *Silene acaulis* (2;0;2;0;2); *Trifolium alpinum* (0;0;+;1;0); *Vaccinium gaultherioides* (0;0;+;0;0).

La stazione di Cima Pianchette conta 5 popolazioni di cui 3 costituite da solamente 1 individuo (per un totale di 19). La media del numero di rosette mostra individui di dimensioni medie e piccole, rientranti nelle classi 1-2-3. Gran parte dei pulvini (14 su 19) è adiacente o colonizzato da specie erbacee. Per quanto riguarda la strategia CSR, gli esemplari provenienti da Cima Pianchette mostrano un marcato tratto S.

5.1.2.4 PASSO SAN JORIO



Fig. 5.1.2.4.1 Vista d'insieme (da sinistra a destra) dell'allineamento Passo di San Jorio – Cima di Cugn – Monte Marmontana. Ottobre 2015. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/ 0	INDIVIDU I/ 1	INDIVIDU I/ 2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
Jor1	8	61	1	1	6	0	1	4	3
Jor2	58	44	24	13	21	5	17	25	11
Jor3	11	32	1	3	7	2	4	4	1
Jor4	93	26	0	9	84	27	40	21	5
Jor5	23	46	0	1	45	4	4	7	8

Tab. 5.1.2.4.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* del Passo san Jorio

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
San Jorio	1	98	1	71,43	1,85	4,87	28,57	13,54
Dev. standard				± 10,01	± 0,24	± 1,50	± 10,11	± 5,30

Tab. 5.1.2.4.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione del Passo San Jorio

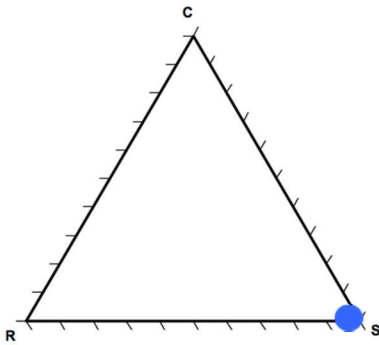


Fig. 5.1.2.4.2 trade off triangle per *A. brevis* da Passo San Jorio

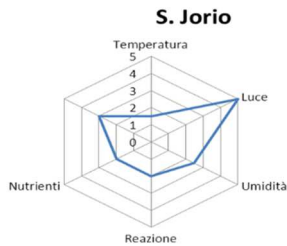


Fig. 5.1.2.4.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* da Passo San Jorio

Rilievi floristici:

San Jorio 1: 25/09/2013; N 46°10'03.1" E 009°09'33.2"; 2.048 m; esp 191°; inc 45°; petr. 60%

San Jorio 2: 25/09/2013; N 46°10'05.4" E 009°09'34.2"; 2.098 m; esp 290°; inc 45°; petr. 50%

San Jorio 3: 25/09/2013; N 46°10'08.7" E 009°09'34.7"; 2.147 m; esp 251°; inc >45°; petr. 60%

San Jorio 4: 25/09/2013; N 46°10'11.5" E 009°09'35.6"; 2.194 m; esp 192°; inc 25°; petr. 40%

San Jorio 5: 25/09/2013; N 46°10'13.7" E 009°09'39.3"; 2.228 m; esp 280°; inc 30°; petr. 50%

Flora rilevata (indici copertura rilievi 1,2,3,4,5): *Androsace brevis* (1;1;+;1;1); *Agrostis rupestris* (0;0;+;+;+); *Alchemilla gr. Alpina* (0;0;+;0;0); *Antennaria carpathica* (0;0;0;+;+); *Avenula versicolor* (1;0;+;+;0); *Bupleurum stellatum* (0;+;0;0;+); *Calluna vulgaris* (+;0;1;0;0); *Cardamine resedifolia* (+;0;0;0;0); *Carex curvula* (0;0;0;+;1); *Carex sempervirens* (1;1;2;+;1); *Daphne striata* (0;+;0;0;0); *Erigeron uniflorus* (0;+;+;+;0); *Galium anisophyllum* (0;0;+;+;+); *Gentiana alpina* (0;0;0;1;1); *Gentianella anisodonta* (0;0;+;0;0); *Geum montanum* (0;+;0;0;0); *Hieracium sp.* (0;0;+;+;0); *Juncus trifidus* (0;+;+;1;1); *Juniperus nana* (+;+;0;0;0); *Leontodon helveticus* (0;+;0;0;0); *Lotus alpinus* (0;+;0;1;+); *Pedicularis kernerii* (0;0;+;0;0); *Phyteuma hedraianthifolium* (+;+;0;0;0); *Phyteuma hemisphaericum* (0;0;+;0;0); *Poa alpina* (0;0;0;1;+); *Potentilla aurea* (0;0;0;+;+); *Primula hirsuta* (0;+;1;0;0); *Rhinanthus minor* (0;0;+;0;0); *Rhododendron ferrugineum* (0;1;+;0;0); *Salix herbacea* (0;0;0;1;+); *Saxifraga bryoides* (0;0;0;+;+); *Saxifraga cotyledon* (+;+;0;0;0); *Saxifraga paniculata* (0;0;+;0;0); *Sedum alpestre* (0;0;0;+;0); *Sempervivum montanum* (0;0;0;0;+); *Silene acaulis* (+;1;1;1;1); *Thymus sp.* (0;+;+;0;0); *Trifolium alpinum* (+;1;+;+;0); *Vaccinium gaultherioides* (0;1;0;+;+).

La stazione del Passo San Jorio conta 5 popolazioni e 193 individui. I pulvini risultano ben distribuiti per classi di dimensione, con buona parte di essi (163 su 193) coperti o limitrofi a vegetazione erbacea. La strategia CSR mostra un marcato tratto S, forse in parte dovuto alla data di campionamento (fine estate).

5.1.2.5 SASSO CANALE



Fig. 5.1.2.5.1 Il crinale orientale del Sasso Canale (2.411 m) ed il monte Berlinghera, dove sono concentrate le popolazioni di *A. brevis*. Luglio 2015. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/ 0	INDIVIDU I/ 1	INDIVIDU I/ 2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
SC1	10	63	0	3	7	1	3	3	3
SC2	4	105	0	4	0	0	1	2	1
SC3	99	57	15	34	50	7	24	33	35
SC4	4	82	1	3	0	0	0	0	4

Tab. 5.1.2.5.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* del Sasso Canale

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>Sasso Canale</i>	1	54	45	82,47	2,66	8,08	17,53	18,42
<i>Dev. standard</i>				± 2,70	± 0,23	± 2,43	± 2,70	± 4,56

Tab. 5.1.2.5.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui dalla stazione del Sasso Canale

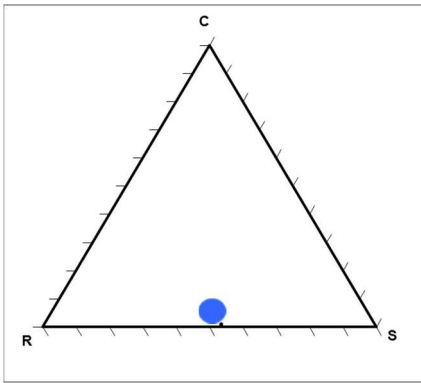


Fig. 5.1.2.5.2 Trade off triangle per *A. brevis* da Sasso Canale

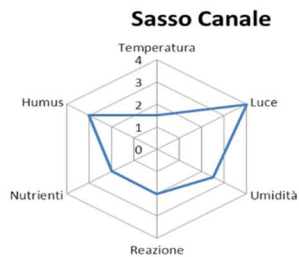


Fig. 5.1.2.5.2 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* da Sasso Canale

Rilievi floristici

Sasso Canale 1: 24/09/2014; N 46°13'03.9" E 009°21'46.8"; 2.030 m; esp 34°; inc 5°; petr 25%

Sasso Canale 2: 24/09/2014; N 46°13'06.5" E 009°21'46.6"; 2.065 m; esp 78°; inc 45°; petr 40%

Sasso Canale 3: 24/09/2014; N 46°13'08.6" E 009°21'34.2"; 2.120 m; esp 74°; inc 10°; petr 45%

Sasso Canale 4: 24/09/2014; N 46°13'20.8" E 009°21'14.6"; 2.365 m; esp 132°; inc 20°; petr 25%

Flora rilevata (indici di copertura rilievi 1,2,3,4): *Androsace brevis* (+;+;1;1); *Agrostis rupestris* (0;0;+;0); *Alchemilla gr. Alpina* (2;0;1;0); *Alchemilla gr. Vulgaris* (0;3;0;0); *Arenaria biflora* (0;0;0;+); *Avenula versicolor* (+;1;0;+); *Cardamine resedifolia* (0;0;+;0); *Carex curvula* (0;0;1;0); *Carex sempervirens* (1;0;0;0) *Galium anisophyllum* (+;0;+;0); *Gentiana alpina* (0;+;0;0); *Gnaphalium supinum* (0;0;0;+); *Huperzia selago* (0;+;+;0); *Hutchinsia alpina* (0;0;+;0); *Juncus trifidus* (+;0;0;0); *Leontodon helveticus* (0;0;1;+); *Leucanthemopsis alpina* (0;0;+;+); *Minuartia recurva* (0;0;1;0); *Minuartia sedoides* (0;0;+;1); *Nardus stricta* (+;0;0;0); *Poa alpina* (+;0;0;1); *Primula hirsuta* (+;0;0;0); *Rhododendron ferrugineum* (+;0;+;0); *Sedum alpestre* (0;0;0;+); *Senecio insubricus* (0;0;+;0); *Silene acaulis* (+;+;+;+); *Thymus sp.* (+;0;0;0); *Trifolium alpinum* (0;0;2;0); *Vaccinium gaultherioides* (0;0;+;0).

La stazione del Monte Sasso Canale conta 4 popolazioni, di cui una molto numerosa. La popolazione SC3 è costituita per più di un terzo da pulvini di grosse dimensioni (>70 rosette), per poco più del 50% coperti dalla vegetazione circostante. Il calcolo della strategia CSR, condotto in base alle misure effettuate sui campioni di foglie di *A. brevis* del Sasso Canale, riflette una strategia funzionale "S - R", con predominanza del tratto S.

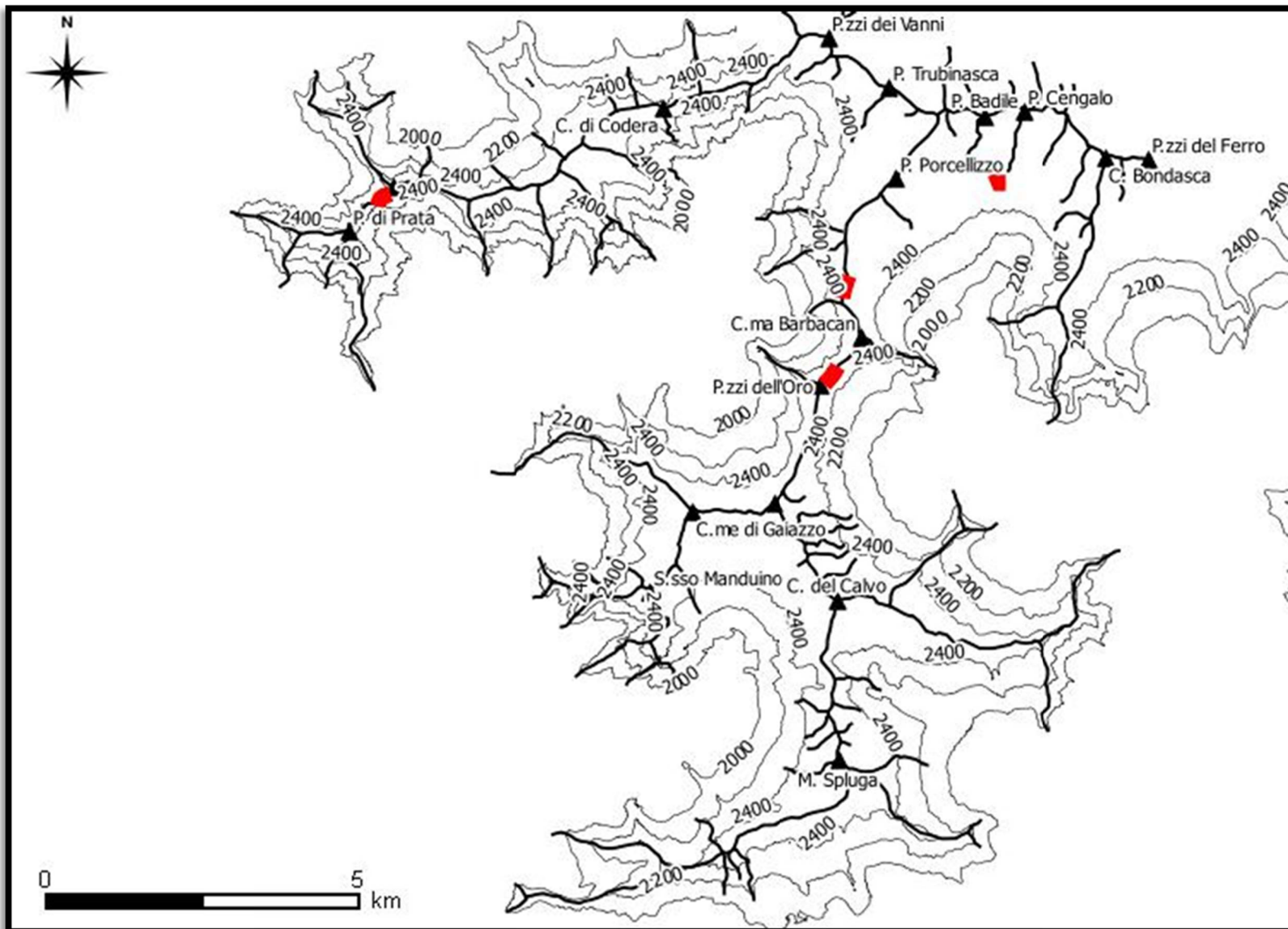


Fig. 5.1.3.1 Distribuzione delle stazioni di *A. brevis* sulle Retiche Sud-Occidentali. Tratto nero spesso: crinali principali (oltre 2.0000 m); Tratto nero sottile isoipsa

5.1.3.1 PASSO DELL'ORO



Fig. 5.1.3.1.1 Il Passo dell'Oro, 2.570 m. La popolazione di *A. brevis* individuata si concentra sulle rocce a sinistra nell'immagine. Luglio 2015. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/0	INDIVIDU I/1	INDIVIDU I/2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
PO	8	40	2	5	1	0	2	6	0

Tab. 5.1.3.1.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* presso Passo dell'Oro

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulenc e (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Passo Oro	1	40	59	84,33	2,81	6,11	15,67	19,56
Dev. standard				± 2,07	± 0,32	± 1,37	± 2,07	± 2,54

Tab. 5.1.3.1.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui presso Passo dell'Oro

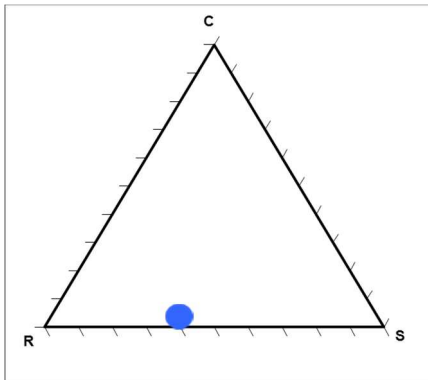


Fig. 5.1.3.1.2 Trade off triangle per *A. brevis* dal Passo dell'Oro

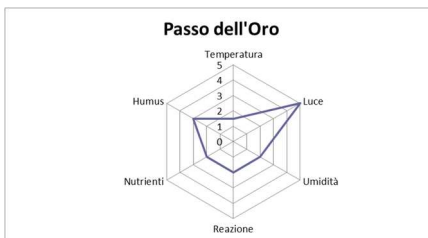


Fig. 5.1.3.1.2 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* dal Passo dell'Oro

Rilievi floristici

Passo dell'Oro 1: 13/07/2015; N 46°15'40" E 09°34'00"; 2.570 m; esp 113°; inc 5°; petr 60%

Flora rilevata (indici di copertura): *Androsace brevis* (+); *Juncus trifidus* (1); *Silene acaulis* (2); *Carex curvula* (2); *Festuca halleri* (2); *Saxifraga bryoides* (2); *Avenula versicolor* (+); *Primula hirsuta* (+); *Galium anisophyllum* (+); *Senecio insubricus* (+); *Bupleurum stellatum* (+); *Luzula lutea* (+); *Phyteuma globularifolium* (+); *Sempervivum montanum* (+); *Eritrichium nanum* (+); *Viola biflora* (+); *Minuartia cherlerioides* (+).

La stazione del Passo dell'Oro conta 1 popolazione con 8 individui. I pulvini hanno mediamente dalle 30 alle 70 rosette (classe 3) e si caratterizzano per l'assenza di una copertura erbosa (un solo pulvino con vegetazione erbacea coprente). Il calcolo della strategia CSR, evidenzia una strategia funzionale "R – S/R", con il tratto "R" maggiormente pronunciato. Notare, nella flora compagna, la presenza della rara *Minuartia cherlerioides*.

5.1.3.2 PASSO BARBACAN



Fig. 5.1.3.2.1. *A. brevis*, presso il passo Passo di Barbacan,, 2.600 m, Luglio 2015. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/ 0	INDIVIDU I/ 1	INDIVIDU I/ 2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
B	16	52	7	3	6	1	2	10	3

Tab. 5.1.3.2.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* presso Passo Barbacan

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Barbacan	1	59	40	80,67	2,21	5,51	19,33	19,06
Dev. standard				± 1,49	± 0,15	± 1,40	± 1,49	± 1,75

Tab. 5.1.3.2.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui presso Passo Barbacan

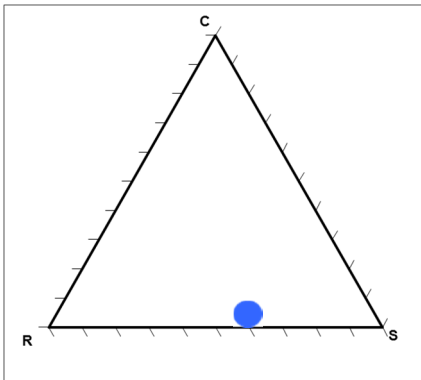


Fig. 5.1.3.2.2 Trade off triangle per *A. brevis* dal Passo Barbacan

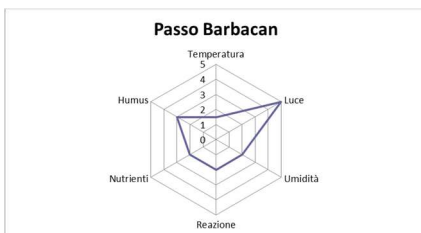


Fig. 5.1.3.2.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* dal Passo Barbacan

Rilievi floristici

Passo Barbacan: 16/07/2016; N 46°15'52.2" E 009°34'01.1"; 2.600 m; esp 200°; inc > 45°; petr 70%

Flora rilevata (indici di copertura): *Androsace brevis* (+); *Avenula versicolor* (+); *Carex curvula* (+); *Cerastium latifolium* (+); *Doronicum clusii* (+); *Eritrichium nanum* (+); *Festuca halleri* (1); *Ligusticum mutellinoides* (+); *Minuartia recurva* (1); *Phyteuma globularifolium* (+); *Saxifraga bryoides* (+); *Saxifraga paniculata* (1); *Sempervivum montanum* (+); *Senecio incanus* (+).

La stazione del Passo di Barbacan è costituita da una popolazione con 16 pulvini, per la maggioranza (13 su 16) da individui con più di 30 rosette. Questa popolazione non era mai stata osservata prima del presente studio. La maggior parte dei pulvini non presenta vegetazione coprente. Il calcolo della strategia CSR, , evidenzia una strategia funzionale "S - R", con predominanza del tratto "S".

5.1.3.3 RIFUGIO GIANETTI



Fig. 5.1.3.3.1 La popolazione individuata presso il rifugio Gianetti, 2.540 m, Luglio 2015. Foto F. Mangili

POPOL AZ.	TOT INDIVIDUI	MEDIA ROSETTE	INDIVIDU I/0	INDIVIDU I/1	INDIVIDU I/2	CLASSE 1 (1-10)	CLASSE 2 (10-30)	CLASSE 3 (30-70)	CLASSE 4 (70>)
G	14	177	7	2	5	0	1	2	11

Tab. 5.1.3.3.1 Sintesi dei conteggi sui pulvini di *A. brevis* presso rifugio Gianetti

Stazione	Proportion in classes (%)			LWC (leaf water content) % of fresh weight	Succulence (g/dm ²)	LA Leaf Area (mm ²)	LDMC Leaf Dry Matter Content (%)	SLA Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
Gianetti	1	76	23	77,50	2,10	4,54	22,50	16,70
	Dev. standard			± 2,86	± 0,24	± 0,61	± 2,87	± 1,89

Tab. 5.1.3.3.2 Valori medi, relativi al calcolo CSR, ottenuti su 10 foglie di 10 individui presso Rifugio Gianetti

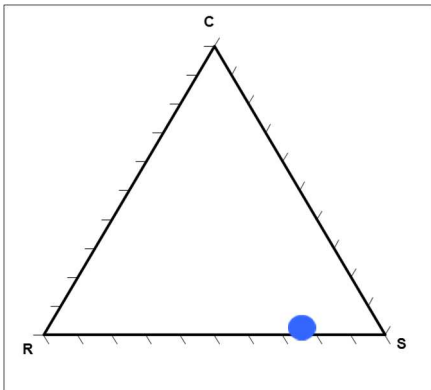


Fig. 5.1.3.3.3 Trade off triangle per *A. brevis* dal rifugio Gianetti

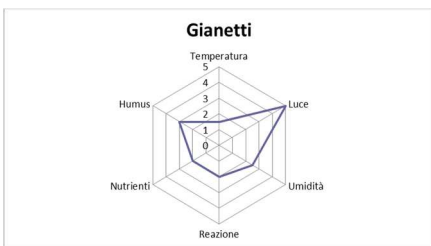


Fig. 5.1.3.3.3 spettro ecologico ponderato per *A. brevis* dal rifugio Gianetti

Rilievi floristici

Gianetti 1: 16/07/2015; N 46°17'00.8" E 009°35'36.2"; 2.540 m; esp 168°; inc 10°; petr 60%

Flora rilevata (indici di copertura): *Androsace brevis* (1); *Avenula versicolor* (+); *Carex curvula* (+); *Erigeron uniflorus* (+); *Festuca halleri* (1); *Phyteuma hemisphaericum* (+); *Sempervivum montanum* (+); *Senecio incanus* (+); *Silene acaulis* (1).

La stazione presso il rifugio Gianetti consta di 14 pulvini. La popolazione è caratterizzata da individui (11 su 14) di grandi dimensioni, con più di 70 rosette ciascuno. Il calcolo della strategia CSR, evidenzia una strategia funzionale "S - S/R", con predominanza del tratto S.

5.1.4 AREE ESPLORATE PRIVE DELLA SPECIE

Nel corso dello studio, oltre alle aree in cui la presenza di *A. brevis* era nota dalla bibliografia pregressa, sono state esplorate porzioni di territorio all'interno dell'areale che non hanno evidenziato la presenza della specie, pur in zone apparentemente ideali per ospitarla. Di seguito si riporta, per ognuno dei tre settori, le aree esplorate che hanno dato esito negativo:

Alpi Orobie Occidentali:

- Crinale principale tra il Monte Rotondo ed il Monte Legnone, culminante nel Pizzo Alto. L'area era già stata esplorata da PROVASI (1922) che non aveva individuato la specie;
- Crinale tra il Pizzo Tre Signori e la Bocca di Trona;
- Crinale tra il Passo di Salmurano e la vetta del monte Valletto;
- Crinale Monte Valletto – Monte Triomen
- Crinale tra il Passo del Verrobbio ed il Passo San Marco;
- Crinale tra il Passo San Marco ed il Pizzo delle Segade;
- Crinale Monte Lago – Monte Culino – Monte Pisello;
- Crinale Monte Fioraro – Monte Pedena;
- Crinale Monte Fioraro – Monte Tartano – Monte Rotondo – Passo di Lemma – Cima di Lemma – Passo Tartano;

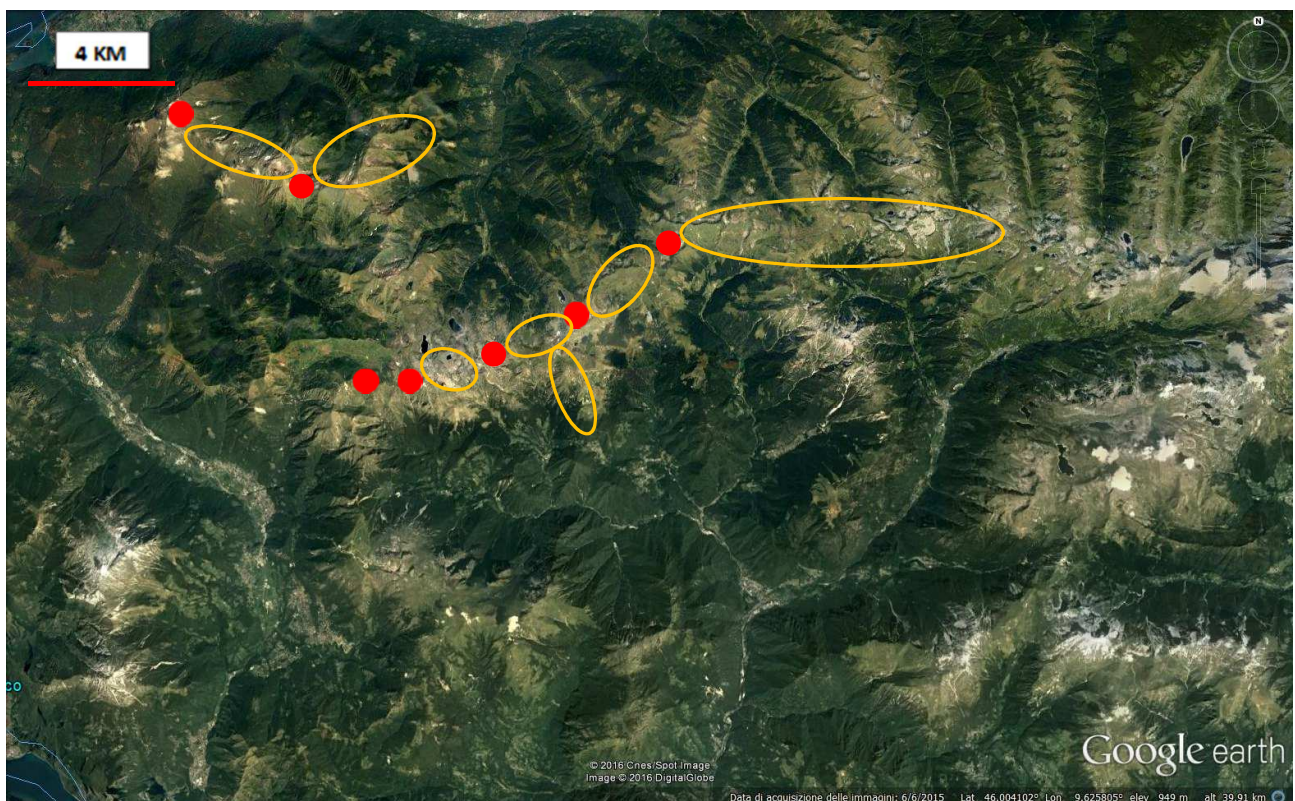


Fig. 5.1.4.1 Cerchi rossi: Principali stazioni di *A. brevis* nelle Alpi Orobie Occidentali. In giallo, le aree esplorate con esito negativo.

Alto Lario:

- Crinale Cima Pianchette – Monte Bregagno;
- Crinale Pizzo di Gino – Cima Verta;
- Crinale Crima Verta – Passo di San Jorio;
- Crinale Cima di Cugn – Monte Toresella;
- Crinale Bocchetta di Cama – Pizzo Martello;
- Bocchetta del Notar;
- Bocchetta di Correggia;
- Alpe di Neggia – Monte Tamaro (CH);

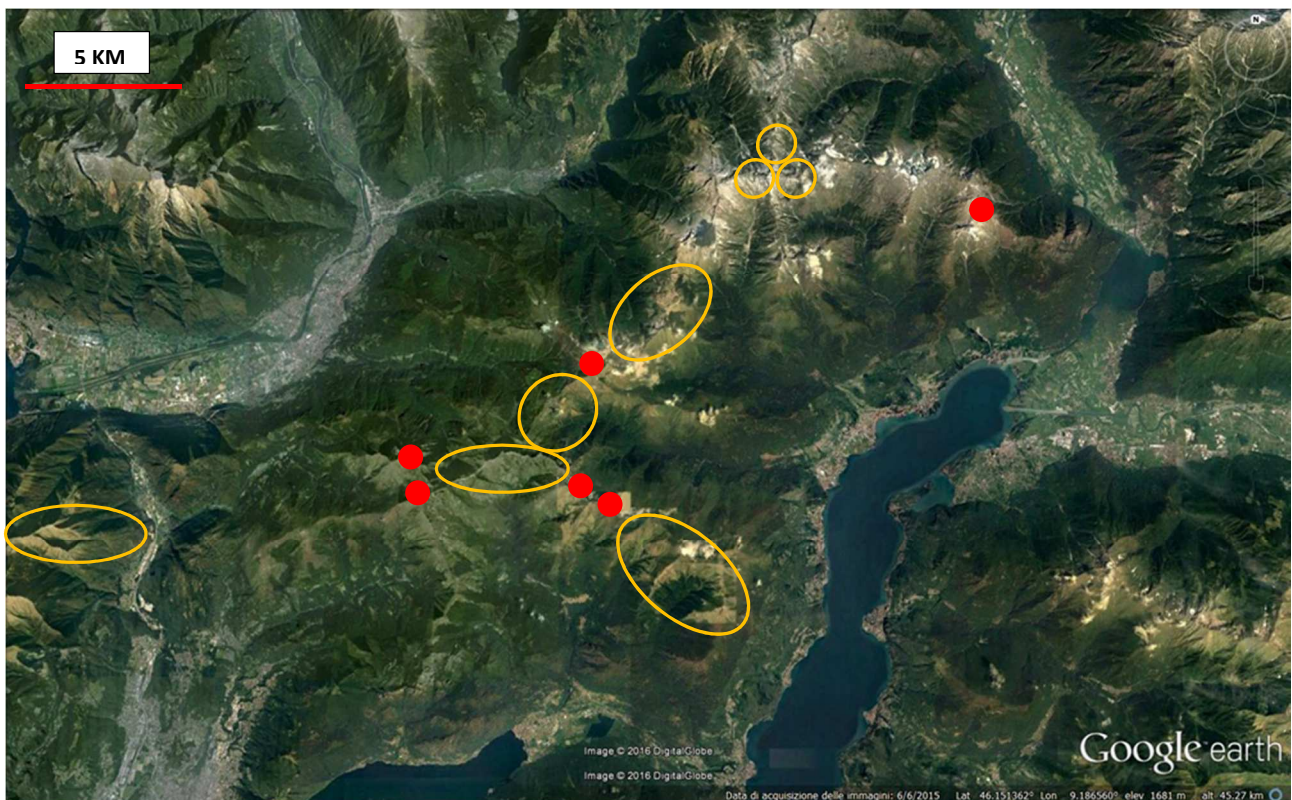


Fig. 5.1.4.2. Cerchi rossi: Principali stazioni di *A. brevis* in Alto Lario. In giallo, le aree esplorate con esito negativo.

Alpi Retiche Sud-Occidentali:

- Passo del Ligoncio;
- Croce Di Matra;
- Passo del Porcellizzo;
- Cima del Barbacan – Monte Boris;
- Bocchetta di Sceroia;

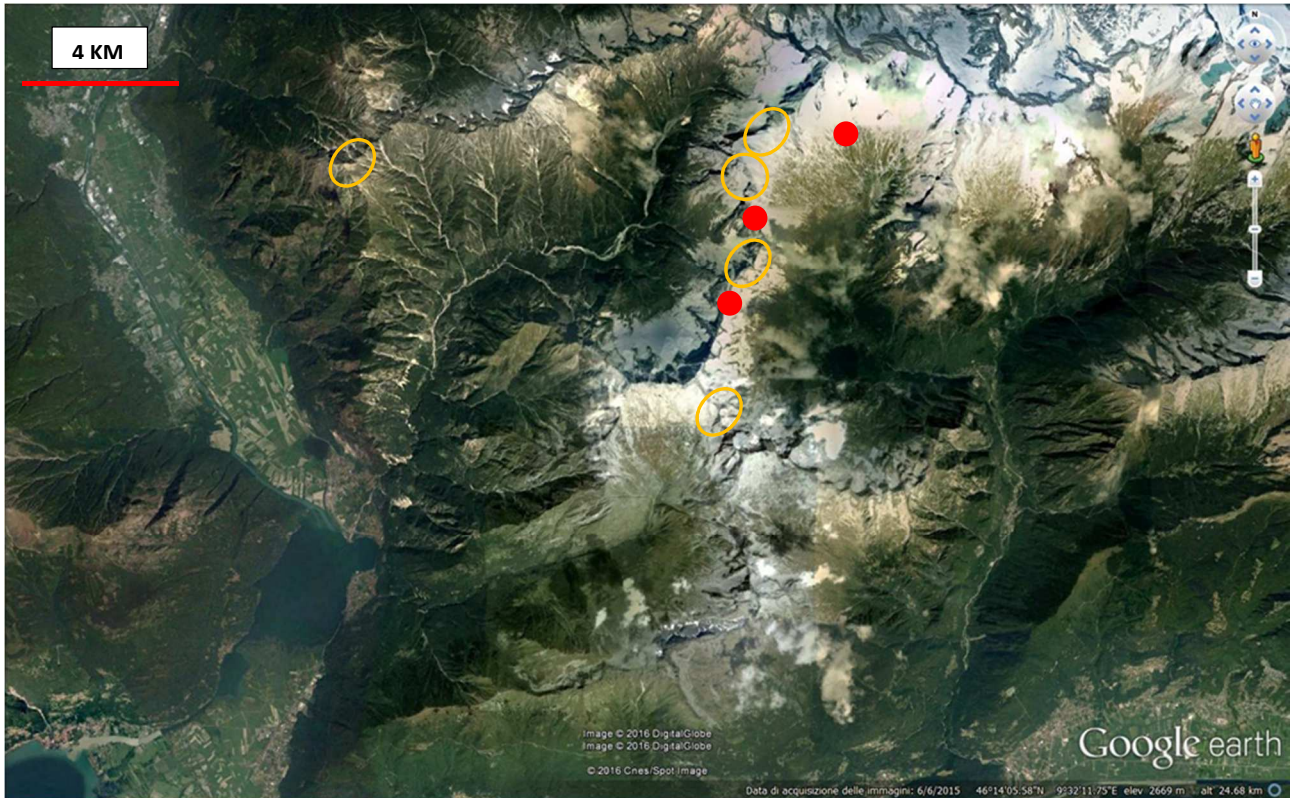


Fig. 5.1.4.3. Cerchi rossi: Principali stazioni di *A. brevis* nelle Retiche Sud-Occidentali. In giallo, le aree esplorate con esito negativo.

5.1.5 STATISTICHE SUI CONTEGGI

I conteggi effettuati nel corso del censimento hanno permesso di effettuare dei confronti nei valori medi di alcune variabile nei diversi settori dell'areale mediante test ANOVA:

ANOVA $\text{test } F_{36,724} P < 0,0001$ - rivela l'esistenza di una differenza tra le dimensioni dei pulvini nei tre settori, in particolare risultano essere costituiti da pulvini più grandi gli individui delle Alpi Retiche sud occidentali (Tukey HSD test $P < 0,0001$).

ANOVA $\text{test } F_{13,674} P < 0,0001$ - rivela l'esistenza di una differenza nella produzione di frutti tre settori, con le Alpi Orobie occidentali e l'Alto Lario rispettivamente come più e meno produttive (Tukey HSD test $P < 0,0001$).

ANOVA $\text{test } F_{7,022} P = 0,0001$ - rivela una differenza delle dimensioni dei pulvini in base al substrato di crescita, con gli individui vegetanti su roccia in posto che presentano un numero di rosette mediamente maggiore rispetto a quelli vegetanti su detrito o detrito colonizzato da altre specie (Tukey HSD test $P < 0,0001$).

ANOVA $\text{test } F_{6,975} P < 0,001$ – rivela l'esistenza di un rapporto tra quota e inerbimento dei pulvini, in particolare, con l'aumento della quota, diminuisce la copertura dei pulvini da parte della vegetazione limitrofa (Tukey HSD test $P < 0,0001$).

5.2.1 CARTOGRAFIA E CONTEGGI: DISCUSSIONE

In figura 5.2.1.1 si propone un quadro sintetico delle popolazioni di *A. brevis*. Il primo dato significativo che emerge è che la specie non è mai stata individuata al di sotto dei 2.000 m di quota. Il primo dato che emerge a tal proposito è che la specie non è mai stata osservata al di sotto della soglia dei 2.000 m, sia nel presente studio che nelle letterature consultate (PROVASI, 1922; SCHÖENSWETTER *et al.*, 2003; ANCHISI *et al.*, 2004; MARTINI *et al.*, 2012). Le popolazioni alla quota inferiore sono quelle presso il monte Garzirola in Alto Lario (2.085 m), mentre quelle alla quota più alta sono state individuate nel corso di questo studio a 2.600 m presso il passo del Barbacan (Alpi Retiche Sud-Occidentali). Le stazioni di maggiori dimensioni sono situate nel settore della Alpi Orobie Occidentali e sono localizzate sul Monte Rotondo (167 individui), Pizzo Tre Signori (154 individui), Monte Ponteranica (156 individui). Tuttavia, la stazione con il maggior numero assoluto di individui è il Passo San Jorio, nell'Alto Lario, con 193 individui. La Val Masino presenta solo 3 stazioni per un totale di 38 individui. La stazione più orientale dell'intero areale di *A. brevis* è il Monte Fioraro, quella più occidentale è il Monte Camoghè in territorio elvetico (pur essendo ridottissima < 5 individui) e quelle più settentrionali sono localizzate presso il rifugio Gianetti e in Val Codera. Dalla carte sotto riportate, la stazione più isolata dell'intero areale è quella del Monte Sasso Canale nell'Alto Lario. Questa dista più di 22 km di cresta dal Passo San Jorio, 16 km dal Passo dell'Oro in Val Masino e 14 km dal Monte Legnone nelle Orobie Occidentali (questi ultimi due in linea d'aria). Nonostante la posizione piuttosto discosta dagli altri nuclei, la stazione di Sasso Canale presenta un gran numero di individui (117) con un'ampia diversità dimensionale, il che fa pensare ad una popolazione ben consolidata e con ricambio generazionale (assumendo che le dimensioni dei pulvini rispecchino proporzionalmente l'età degli individui) piuttosto che ad una stazione relitta. Riguardo la distribuzione, particolare attenzione meritano le popolazioni di Monte Fioraro, e quelle gravitanti attorno al pizzo di Gino – Garzirola. In entrambi i casi i crinali che collegano queste popolazioni (Fioraro – Ponteranica e Gino – San Jorio) si abbassano al di sotto della soglia dei 2.000 m, costituendo una probabile barriera alla dispersione e isolando queste popolazioni.

	Km > 2.000 m.	Km Occ.	N° Pulv.	Quota media	Media Frutti	Media Rosette/ Pulvino	Moda Inerb.	In. 0	In. 1	In. 2	Cl. 1 (1-10)	Cl. 2 (10-30)	Cl. 3 (30-70)	Cl. 4 (70)
A.Lario	80,4	6,5	396	2.139	5,2±4,2	43,3±6,5	2	57	95	244	66	118	129	83
Orobie	105,6	6,4	669	2.333	6,6±6,2	35,6±14,3	1	171	252	246	108	269	209	83
Retiche	126,5	1,3	38	2.570	10,6±9,1	95,2±92,3	0	16	10	12	1	5	18	14

Tab 5.2.1 Dati sintetici riguardo i conteggi nei tre settori dell'areale di *A. brevis*. Si riportano Km di crinale oltre i 2.000 nel settore, Km di crinale occupati da *A. brevis*, quota media delle stazioni, n° medio di frutti conteggiati, n° medio di rosette per pulvino, moda del grado d'inerbimento dei pulvini nel settore, n° di pulvini in classe di inerimento 0,1,2, n° di pulvini per classe dimensionale.

Nella tabella 5.2.1 sono riportati i valori chilometrici delle creste al di sopra dei 2.000 m e i chilometri di creste occupate da *A. brevis*. Si nota come l'Alto Lario presenta la maggiore superficie percentuale colonizzata (8,12%) rispetto all'areale potenziale del settore, dove l'enorme sviluppo di crinali tra il passo San Jorio ed il Sasso Canale è, curiosamente, del tutto privo della specie; questa è stata indicata in letteratura esclusivamente da ANCHISI *et al.*, (2004), presso il pizzo Martello (Alto Lario), stazione non ritrovata nel presente studio e non indicata in nessun altro lavoro, nemmeno sulla recente monografia relativa al territorio alto-lariano (BANTI *et al.*, 2015). Le Alpi Orobie Occidentali mostrano un 2% in meno di creste colonizzate rispetto all'Alto Lario, ma quasi il doppio di pulvini. La Val Masino, visto il ridottissimo popolamento, presenta solo l'1,06% delle creste colonizzate.

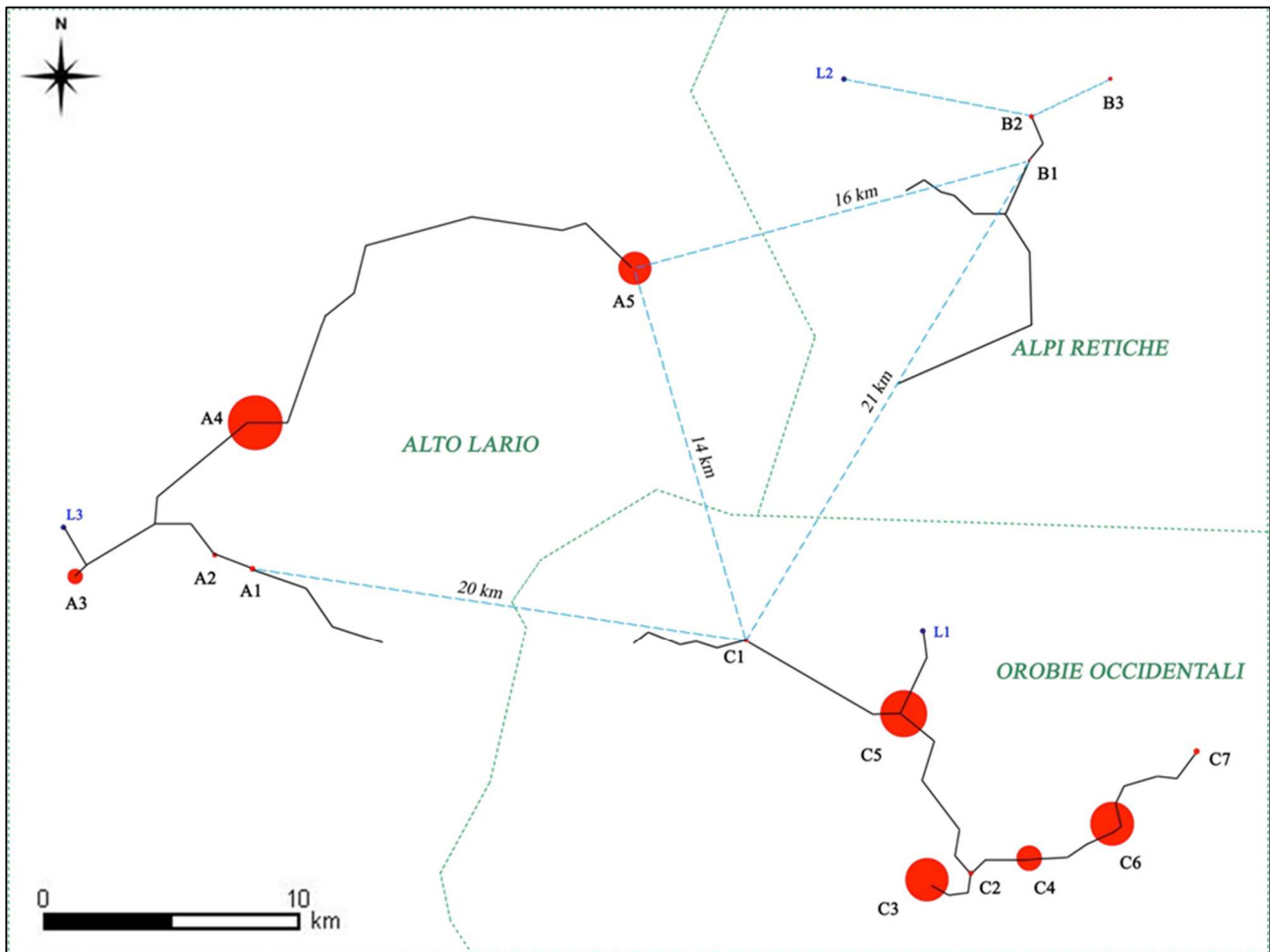


Fig. 5.2.1.1 Rappresentazione schematica delle stazioni di *A. brevis* (cerchi rossi) distribuite nei tre settori. Le dimensioni dei cerchi sono proporzionali al numero di individui censiti per stazione (1 individuo = 1 px di raggio). In nero sono evidenziate le creste stilizzate (oltre 2.000 m) che collegano le stazioni e le linee azzurre tratteggiate rappresentano la minor distanza in linea d'aria tra una stazione di un settore e l'altro. Di seguito i nomi riferiti ai codici stazione: A1: Cima Pianchette (2.140 m), A2: Pizzo di Gino (2.112 m), A3: M. Garzirola (2.095 m), A4: Passo San Jorio (2.048 m), A5: Sasso Canale (2.300 m), B1: Passo dell'Oro (2.570 m), B2: Passo del Barbacan (2.600 m), B3: R. Gianetti (2.540 m), C1: M. Legnone (2.578 m), C2: Bocchetta d'Inferno (2315 m), C3: Pizzo Tre Signori (2.065 m), C4: R. Benigni (2.260 m), C5: M. Rotondo (2.448 m), C6: M. Ponteranica (2.315 m), C7: M. Fioraro (2.342 m). Le stazioni "L" fanno riferimento a popolazioni inferiori a 5 individui: L1: Olano (2.240 m), L2: Codera (2.460 m, non più ritrovata), L3: Camoghè (2.180m)

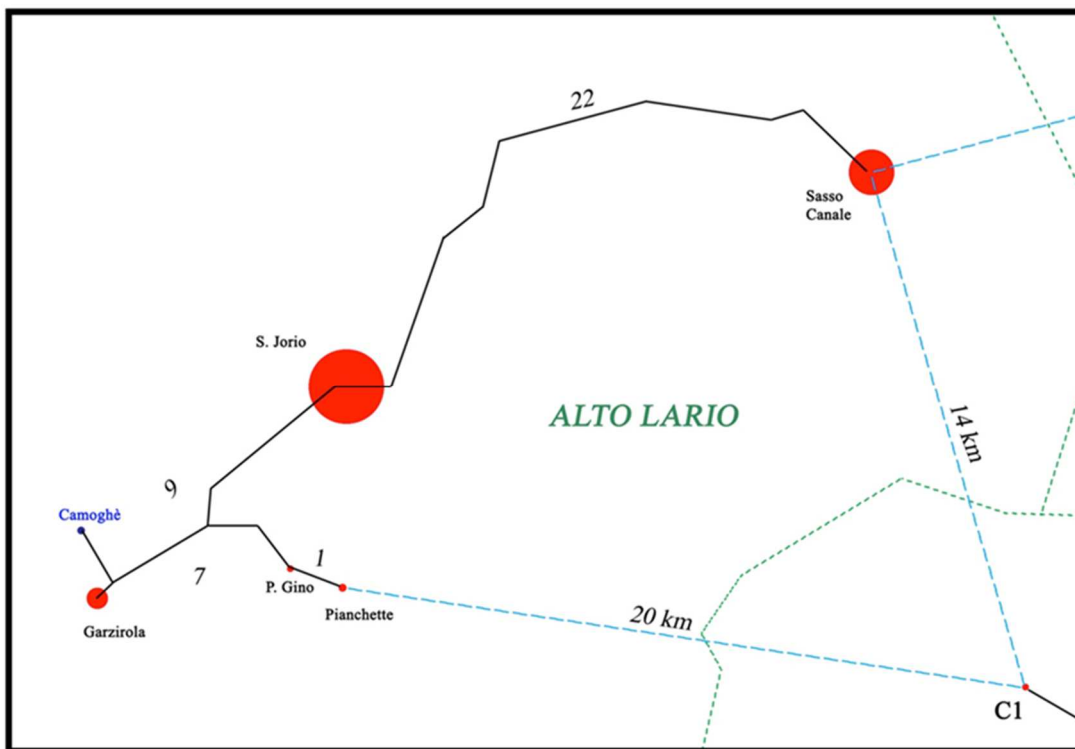


Fig. 5.2.1.2 Schema sintetico delle popolazioni di *A. brevis* in Alto Lario. Sono evidenziati i crinali principali (oltre 2.000 m) che collegano le popolazioni, rappresentate proporzionalmente (1 individuo = 1 pixel di raggio).

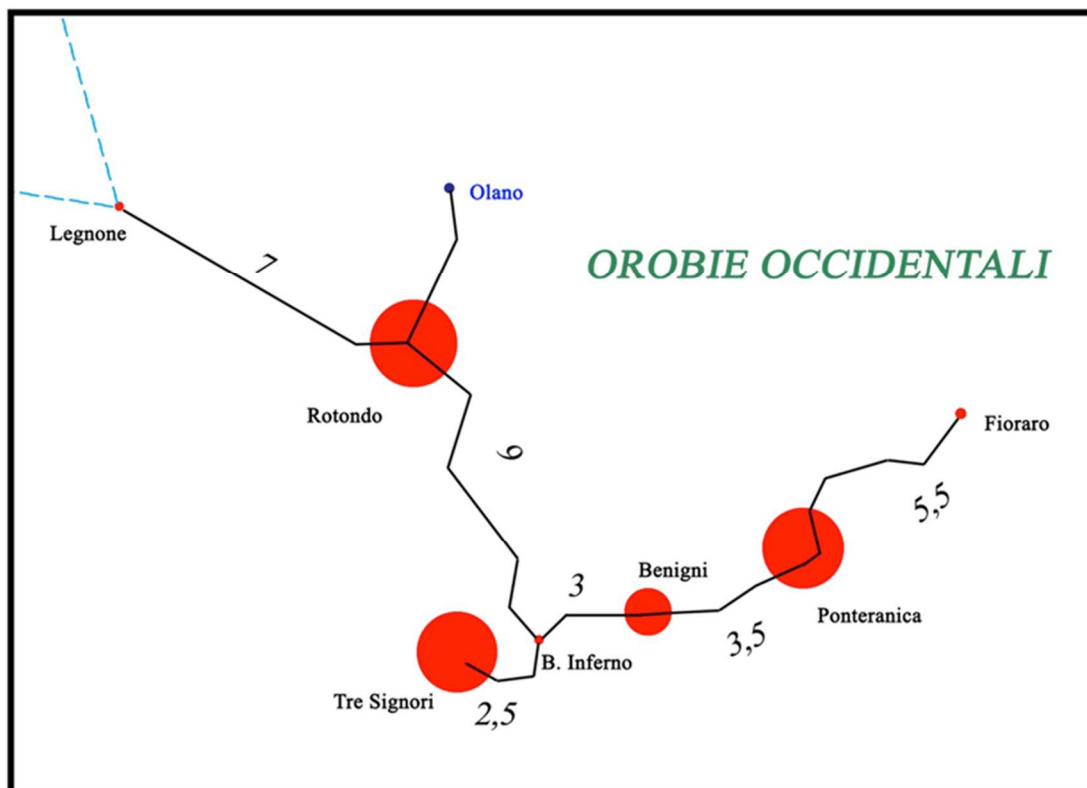


Fig. 5.2.1.3 Schema sintetico delle popolazioni di *A. brevis* nelle Orobie Occidentali. Sono evidenziati i crinali principali (oltre 2.000 m) che collegano le popolazioni, rappresentate proporzionalmente (1 individuo = 1 pixel di raggio).

5.2.2 CONFRONTI TRA I SETTORI DELL'AREALE DI *A. brevis* E IPOTESI BIOGEOGRAFICHE

Grazie al lavoro di censimento è possibile non solo fornire, per la prima volta, dati quantitativi sulla presenza di *A. brevis* nelle diverse popolazioni, ma anche effettuare confronti tra i tre settori dell'areale, mediante test statistici di tipo ANOVA seguiti da test HSD di Tukey. Una prima differenza significativa che emerge è nella dimensione dei pulvini (ANOVA $_{\text{test}} F_{36,724} P < 0,0001$) con i pulvini delle Retiche Sud Occidentali presentanti mediamente un numero di rosette significativamente superiore ai pulvini delle Orobie Occidentali o dell'Alto Lario ((Tukey HSD test $P < 0,0001$). La presenza di pulvini molto più grandi nel settore retico (fig 5.3.2.1) lascerebbe intuire la possibilità di trovarsi di fronte ad un popolamento di origine antica, nel caso fosse vera l'esistenza di una relazione tra dimensione del pulvino ed età, verificata per specie come *Silene acaulis* (MORRIS *et al.*, 1998), ma non per specie del genere *Androsace*; dubbi su un'antica persistenza della specie in quest'area sono però sollevati dal ridottissimo numero di esemplari (solamente 38) e dal fatto che l'area delle Retiche sud-occidentali (Val Masino) era pesantemente glacializzata durante l'ultimo massimo glaciale (BONARDI *et al.*, 2012). A questo proposito, occorre rilevare che in Val Masino è presente la congenere *A. alpina*, specie assai più diffusa sulle Alpi e soggetta, a partire dal termine dell'ultimo massimo glaciale, ad una ricolonizzazione della catena da Ovest verso Est (SCHÖENSWETTER *et al.*, 2003). È lecito ipotizzare, data la differente ecologia e l'enorme differenza nel numero di individui presenti delle due specie (*A. alpina* è diffusa e frequente sull'interno arco alpino) che, al termine dell'ultima glaciazione, la ben più rara *A. brevis* abbia avviato, un assai più lenta ricolonizzazione, che l'ha portata solo di recente nelle Retiche sud occidentali, a partire probabilmente, dalle popolazioni più vicine (Sasso Canale e Legnone). Nelle Retiche sud-occidentali, la specie avrebbe comunque trovato un ambiente favorevole allo sviluppo, come testimoniato dalla presenza di grandi pulvini, e con poco competizione con altre specie coprenti a causa della quota più elevata rispetto a Orobie Occidentali ed Alto Lario (fig 5.3.3.3): l'analisi ANOVA mostra infatti l'esistenza di una relazione inversamente proporzionale tra quota e grado d'inerbimento dei pulvini (ANOVA $_{\text{test}} F_{6,975} P < 0,001$), maggiore è la quota, minore è il grado d'inerbimento dei pulvini (Tukey HSD test $P < 0,0001$), minore è quindi anche la competizione di *A. brevis* con altre specie nel settore delle Retiche sud-occidentali, settore in cui le popolazioni di *A. brevis* risultano essere poste a quote ben superiori rispetto agli altri due settori dell'areale (+200 m rispetto alle Orobie Occidentali, + 400 m rispetto all'Alto Lario). Pulvini grandi appaiono, statisticamente (ANOVA $_{\text{test}} F_{7,022} P = 0,0001$) in relazione con la crescita su substrato roccioso in posto, dove sono più grandi (Tukey HSD test $P < 0,0001$). Anche questa osservazione concorre a spiegare la presenza di pulvini di grandi dimensione nel settore Retico sud-occidentale, in quanto, in questo settore, ben il 98% dei pulvini rilevati crescono su roccia in posto, contro il 20% in Alto Lario ed il 25% nelle Orobie Occidentale (fig. 5.2.2.3). Un'altra differenza riguarda la differenza nella produzione di frutti, e di conseguenza nel successo riproduttivo, nei tre diversi settore dell'areale (ANOVA $_{\text{test}} F_{13,674} P < 0,0001$). In particolare le Alpi Orobie occidentali risultano essere il settore più produttivo (Tukey HSD test $P < 0,0001$), seguite dalle Alpi Retiche sud-occidentali e dall'Alto Lario (fig. 5.3.2.4). Considerato il maggior numero di pulvini presenti nelle Alpi Orobie occidentali, il dato potrebbe non essere sorprendente, ma assume un certo interesse il dato della produzione di frutti del settore delle Retiche sud-occidentali, dove pur essendo presente un limitatissimo numero di pulvini rispetto all'Alto Lario, la produzione di frutti media è comunque superiore. Per un'interpretazione di questo dato è interessante confrontare la copertura da parte della vegetazione adiacente ai pulvini tra i tre settori dell'areale, che evidenzia come i l'Alto Lario presenti, in proporzione, il maggior numero di pulvini completamente coperti da vegetazione (fig 5.2.2.2.) rispetto agli altri settori (ben 244 su 396, contro 246 su 669 nelle Orobie occidentali e 12 su 38 nelle Retiche sud-occidentali). Considerata l'ecologia della specie, che preferisce stazioni ben esposte con elevata disponibilità luminosa, dato rimarcato non solo dalle osservazioni in campo ma anche dagli indici ecologici relativi alla luminosità proposti da vari autori (7 su 9 secondo ELLEMBERG (1974) e 5 su una scala di 5, secondo LANDOLT *et al.*, (2010)), la copertura dei pulvini da parte della vegetazione durante una fase critica come a maturazione dei frutti, potrebbe essere

dannosa per il corretto sviluppo degli stessi, compromettendo, di conseguenza, la capacità di espandersi e rinnovarsi della specie nel settore Alto Lario. Un'altra ipotesi riguardo l'eventuale difficoltà di espansione, potrebbe essere legata a problemi relativi all'impollinazione, data la combinazione di un periodo di fioritura precocissimo con una quota elevata, da cui la difficoltà di attrarre pronubi per carenza degli stessi.

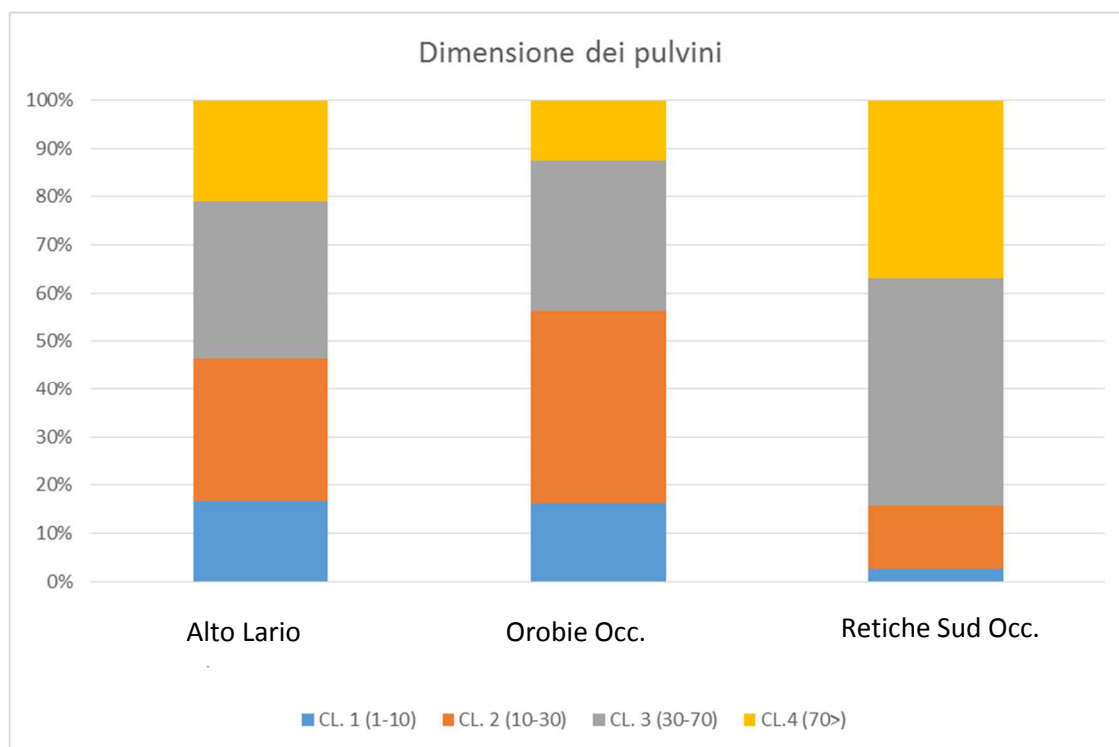


Fig. 5.2.2.1. Distribuzione % delle 4 classi dimensionali basate sul numero delle rosette (asse Y), nei tre diversi settore dell'areale di *A.brevis* (asse X).

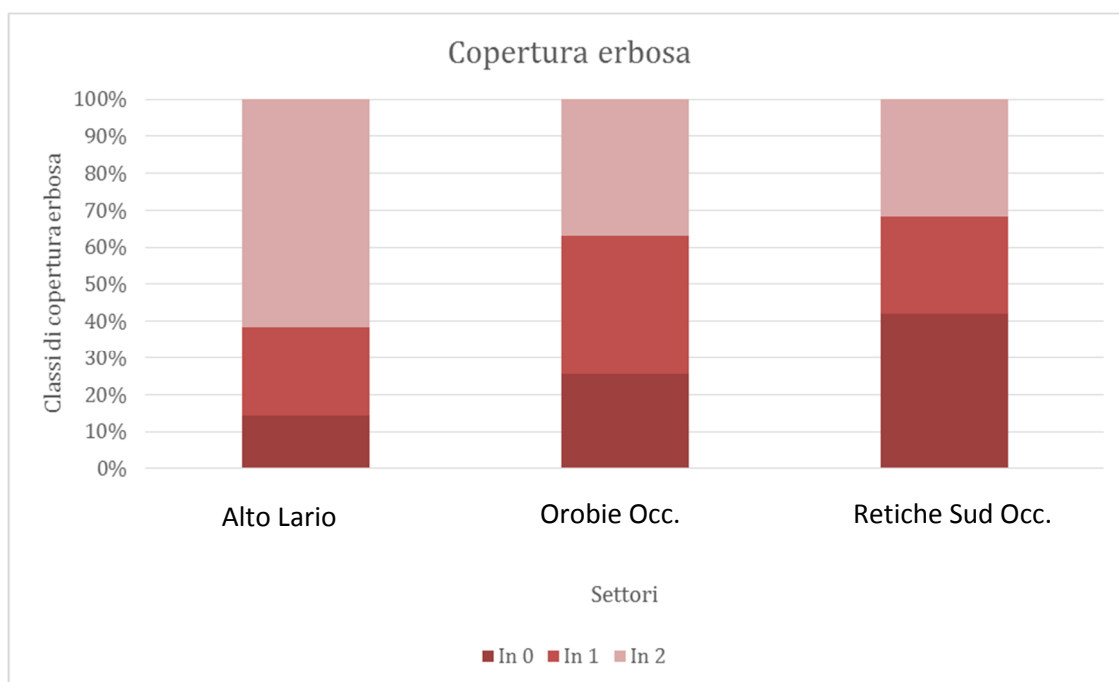


Fig. 5.2.2.2 Asse Y: distribuzione % delle classi di copertura erbosa (In 0: pulvino non coperto; In 1: pulvino con vegetazione adiacente non coprente; In 2: pulvino con vegetazione adiacente coprente), nei tre settori dell'areale di *A. brevis* (asse X)

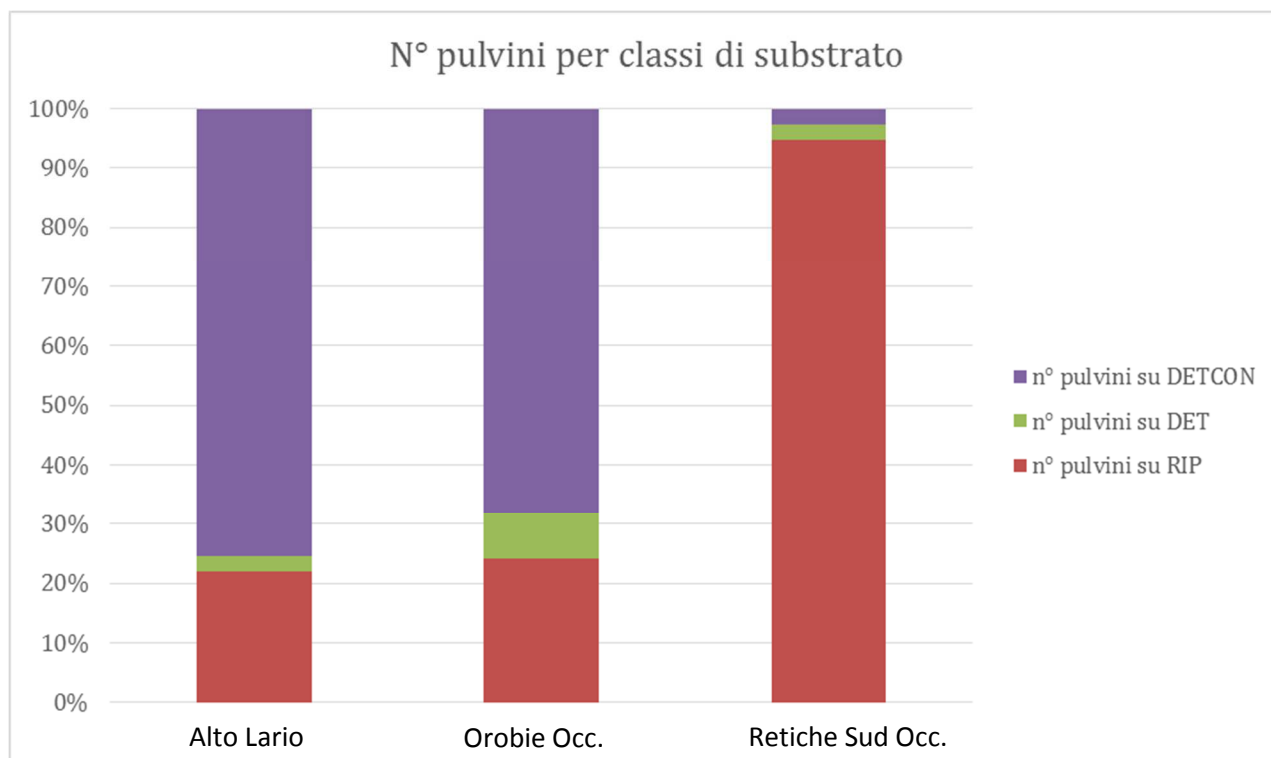


Fig. 5.2.2.3. Asse Y: distribuzione % dei pulvini di *A. brevis* in base al substrato di crescita (detcon: detrito colonizzato; det: detrito privo di altre specie; rip: roccia in posto), nei diversi settori dell'areale (asse X).

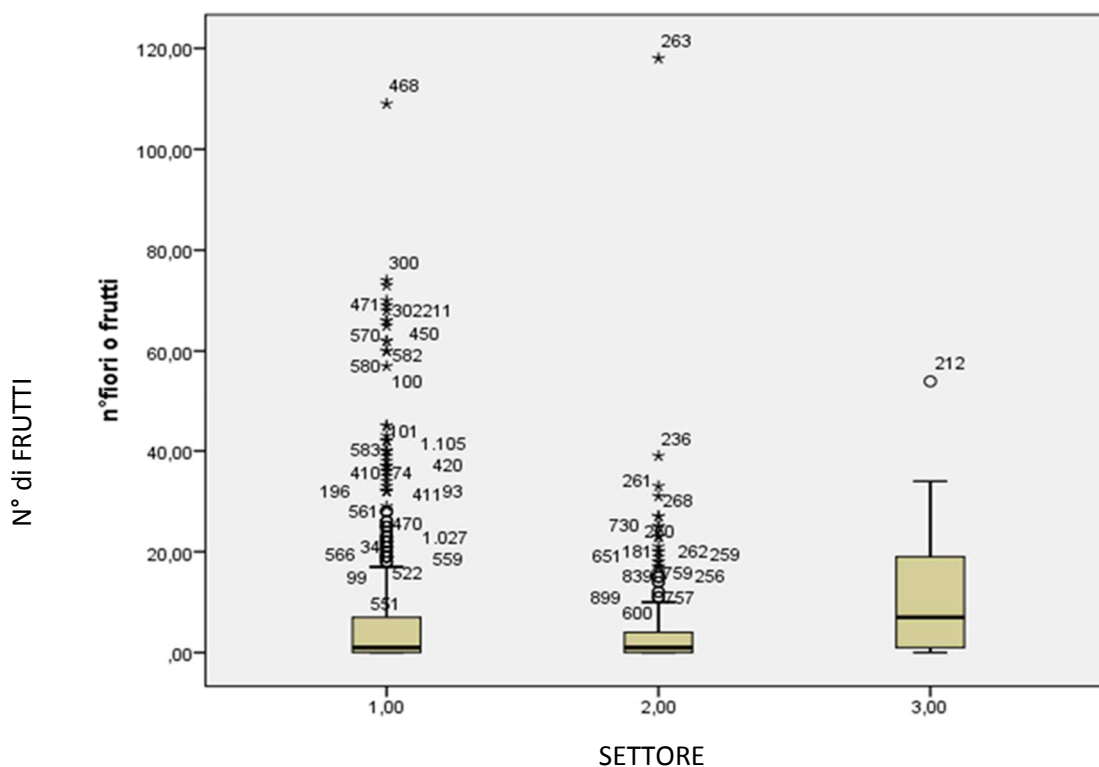


Fig. 5.2.2.4. Box- plot riportante il n. frutti prodotto da *A. brevis* nei tre settori dell'areale. 1 (Alpi Orobie Occidentali); 2 (Alto Lario); 3 (Alpi Retiche Occidentali). I numeri rappresentano pulvini singoli.

5.2.3 CONSIDERAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE ALTITUDINALE E SULLA CONSERVAZIONE

Il censimento effettuato permette di avere anche un quadro esaustivo della distribuzione altimetrica di *A. brevis*, oltre che, come già illustrato, sulla consistenza delle popolazioni. Questo dato è particolarmente interessante se lo confrontiamo con l'altimetria dei rilievi dei tre settori dell'areale di *A. brevis*, che, come risulta dall'inquadramento (capitolo 2.0) non è particolarmente elevata in Alto Lario ed Orobie occidentali, mentre raggiunge quote elevate nelle Retiche sud-occidentali. Nell'Alto Lario, le popolazioni individuate sono poste ad una quota media di 2.139 m (massima elevazione del settore è il pizzo Paglia con 2.593 m), nelle Orobie occidentali a 2.333 m (massima elevazione del settore è il monte Legnone con 2.609 m), nelle Retiche sud-occidentali a 2.570 m (massima elevazione del settore è il monte Castello 3.386 m). Appare subito evidente come nei settori Alto Lario ed Orobie occidentali, l'habitat di *A. brevis* (crinali oltre i 2.000 m di quota) sia, a causa dell'altitudine del rilievo, forzatamente molto ridotto. Considerati gli attuali scenari di *global warming*, con conseguente risalita di numerose specie da piani altitudinali inferiori e riduzione di habitat soprattutto per le specie pulvinate (GOTTFRIED *et al.*, 2012), e considerato che sono soprattutto le catene montuose esterne, generalmente ricche di endemismi come il settore centro-meridionale delle Alpi, quelle che ospitano il maggior numero di *taxa* a rischio di estinzione (DULLINGER *et al.*, 2012), le popolazioni dei settori Alto Lario ed Orobie occidentali appaiono essere a forte rischio per il futuro. Per quanto riguarda l'Alto Lario, la maggior parte della popolazioni (Garzirola, Pizzo di Gino, Cima Pianchette) sono poste nella porzione meridionale del settore, dove si sfiorano appena i 2.250 metri di quota, e sono collegate alla successiva (passo San Jorio) da un crinali che si abbassa in più punti sotto i 2.000 metri di quota. Maggior habitat disponibile parrebbe invece essere a disposizione lungo il crinale che collega la stazione di San Jorio a quella di Sasso Canale, che si mantiene sempre sopra i 2.000 m di quota, dove però la specie non è mai stata osservata fino ad oggi. Più preoccupante appare invece la situazione altimetrica delle popolazioni in Orobie occidentali, dove le quote, seppure più alte che in Alto Lario, sfiorano i 2.600 m solo al Legnone e i 2.500 al Pizzo Tre Signori: nelle altre aree di presenza (Ponteranica, Fioraro, Cima Camisolo, Rifugio Benigni) non si toccano i 2.400 m di quota, e, con una quota media di 2.333 m per le popolazioni orobiche la situazione appare particolarmente preoccupante nello scenario prospettato da DULLINGER *et al.* (2012), come già segnalato precedentemente da BONA *et al.*, (2013). Maggiori possibilità di rifugio pare invece offrire il settore Retiche sud-occidentale, grazie alla vastità degli spazi disponibili (testate della Val Codera, Val dei Ratti, Valle Porcellizzo) e agli ampi crinali. Un limite alla diffusione di *A. brevis* nel settore Retico potrebbe essere dato, oltre che dalle ridottissime dimensioni delle popolazioni individuate, dalla natura della roccia (graniti e granodioriti) che origina particolari crinali "a denti di sega", caratterizzati da guglie e stretti intagli, più che crinali scalinati o a dosso come nei settori Alto Lario e Orobie occidentali: queste particolari morfologie, tendenzialmente sub-verticali e scarse in intagli e fratture, potrebbero non essere un ambiente pienamente favorevole alla diffusione di *A. brevis*.

Infine, per quanto riguarda la conservazione, particolare attenzione meritano gli ecogrammi ponderati secondo LANDOLT *et al.* (2010) delle comunità con *A. brevis* proposti per ogni popolazione individuata nel cap. 5.2, che mostrano una totale coincidenza di esigenze ecologiche per tutte le popolazioni di tutti i settori: è quindi lecito ipotizzare che variazioni anche minimi in alcuni valori ecologici (disponibilità di luce, aumento della temperatura...) potrebbero avere effetti catastrofici sui popolamenti di *A. brevis*.

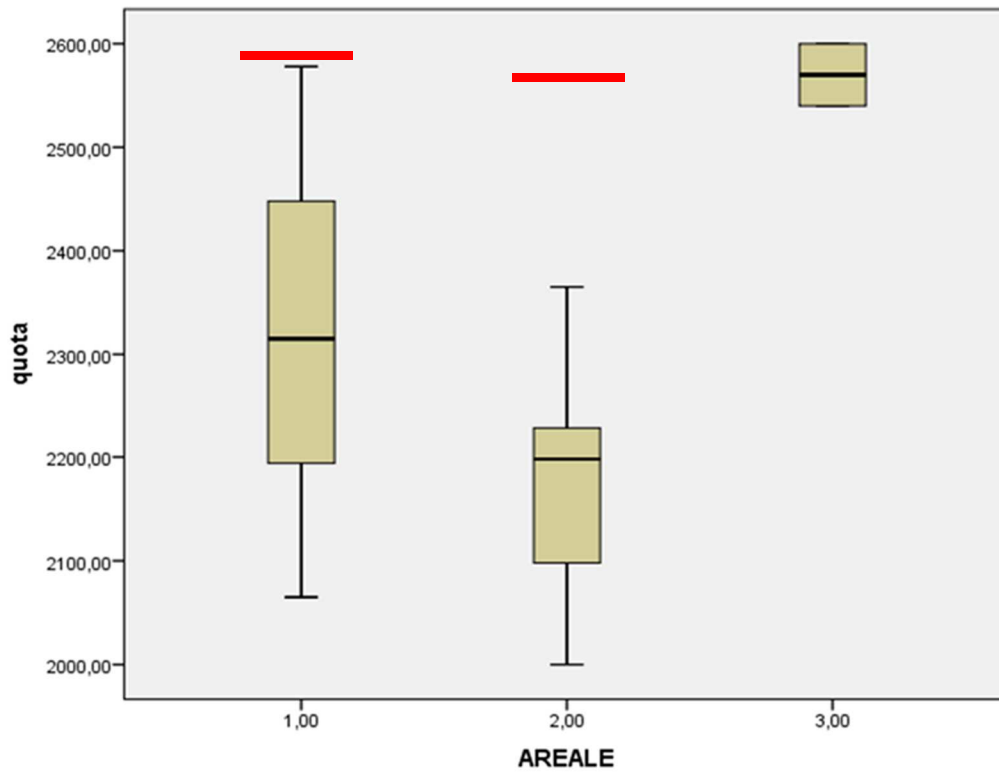


Fig. 5.2.3.3 Distribuzione altimetrica nei *A. brevis* (asse Y) nei diversi settore dell'areale (Asse X). 1: Alpi Orobie occidentali; 2: Alto Lario; 3 Reiche sud-occidentali. In rosso la quota massima raggiunta dal settore (fuori scala per le Retiche, posta a 3.386 m).

5.2.4 Stato di Conservazione secondo IUCN (Articolo)

Publicato in: *Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica Italiana*. *Informatore Botanico Italiano*, 46 (1) 97- 100, 2014.

***Androsace brevis* (Hegetschw.)**

Ces.

F. MANGILI, D. TAMPUCCI, M.
CACCIANIGA

Nomenclatura:

Nome scientifico: *Androsace brevis*

(HEGETSCHW.) CES.

Sinonimi: *Aretia brevis* HEGETSCHW.,
Androsace charpentieri (HEER.) RCHB. F.;
Androsace alpina (L.) LAM. var. *charpentieri*
HEER

Famiglia: *Primulaceae*

Nome comune: *Androsace orobia*

Descrizione. Pianta perenne erbacea, che forma cuscini densi ed appiattiti, o cespi radi. Foglie di 3 – 5 mm., oblanceolate, arrotondate all'apice, provviste sui margini e sulla pagina inferiore di peli stellati con 2-3 diramazioni della lunghezza di 0,05-0,1 mm. Peduncoli fiorali 2-3 volte più lunghi delle foglie. I fiori hanno calice di 3,5-4,5 mm, corolla del diametro di 5-8 mm, di colore rosea, purpurea al centro e lobi leggermente smarginati all'apice. (PIGNATTI, 1982). Il frutto è una capsula sub-sferica solitaria, di 4-5 mm di diametro, contenente 4 (3) semi, di cui uno è frequentemente più piccolo degli altri.

Biologia. Camefita pulvinante, con fioritura da fine maggio a metà giugno. Fioriture eccezionali sono state osservate dagli Autori in agosto e in settembre da PROVASI (1922). La formazione del frutto inizia in giugno e termina con il rilascio dei semi in settembre. In un sito monitorato nel corso del 2013 (Monte Ponteranica – Alpi Orobie) la specie ha mostrato un basso rapporto tra fiori e frutti prodotti. La biologia riproduttiva di questa specie, ad oggi, non è stata sufficientemente investigata: non si conoscono né gli impollinatori né le modalità di dispersione e non si hanno informazioni circa l'effettiva vitalità e capacità germinativa dei semi. Osservazioni condotte dagli autori sul M. Ponteranica nel 2013 hanno permesso di evidenziare che la specie presente un bassissimo rapporto tra numero di fiori prodotti e n. di frutti giunti a maturazione.

Ecologia. Specie acidofila, caratteristica di crinali oltre i 2000 m di quota delle Alpi Orobie occidentali e della porzione delle Alpi Lepontine a cavallo tra il lago di Lugano e il Lago di Como. Si rinviene esclusivamente su substrati permiani di natura terrigena. Dal punto di vista bioclimatico si trova in

ambito temperato, regione mesaxerica, sottoregione ipomesaxerica, tipo C (TOMASELLI *et al.*, 1973). Secondo AESCHIMANN (2004) fitosociologicamente la specie è ascrivibile all'alleanza *Androsacion vandellii* BR.-BL. Non esistono, comunque, studi specifici per permettere una definizione più puntuale delle cenosi di crescita dal punto di vista fitosociologico.

Distribuzione in Italia.

Regione biogeografia: le stazioni di *Androsace brevis* rientrano nella regione biogeografica eurosiberiana, Provincia alpina, settore Alpi Centrali (RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 2004). Secondo BLASI & FRONDONI (2011), l'areale della specie è circoscritto all'interno dei settori eco-geografici 12A (*Prealpine Range Section*) e 12B (*Orobie Alps Section*).

Regioni amministrative: l'areale della specie è circoscritto alla regione Lombardia, province di Bergamo, Como, Lecco e Sondrio.

Numero di stazioni: in provincia di Bergamo la specie è presente in modo discontinuo lungo la cresta spartiacque con la provincia di Sondrio. Le stazioni, distanti tra loro più di 500 m, sono situate sul monte Fioraro (limite orientale nelle Alpi Orobie), aree sommitali del M. Ponteranica, Denti della Vecchia, Pizzo dei Tre Signori (MARTINI *et al.*, 2012). Non più confermata la stazione riportata da FENAROLI (1956) sul M. Torena, (alta Val Seriana), verosimilmente a causa di confusione della specie con *Androsace alpina* (L.) LAM., ampiamente diffusa nell'area (MARTINI *et al.*, 2012).

Provincia di Sondrio: la specie segue il crinale orobico di confine con la provincia di Bergamo dal M. Fioraro verso occidente, con grosse lacune distributive. La distribuzione è quindi speculare a quella del versante bergamasco. Interamente in territorio sondriese sono le popolazioni presenti sul Pizzo Olano e sul Pizzo Stavello (FERRANTI, 2012). Particolare interesse merita una stazione disgiunta situata sulla cresta SSE del Pizzo di Prata, Val Codera, sulle Alpi Retiche (MAGNI, 2013). Non è stata recentemente confermata la presenza al Passo del Muretto (Val Malenco), riportato in SCHÖNSWETTER *et al.* (2003), dove è invece presente *Androsace alpina* (L.) Lam. (Giancarlo Donadelli *ex verbis*). A tal proposito, nel prossimo futuro andrebbero confermate anche le altre stazioni retiche citate in SCHÖNSWETTER *et al.* (2003) presso il Rifugio Gianetti ed il Passo dell'Oro (Val Masino), di cui l'autore non riporta i risultati dell'analisi genetica; in quest'ultima località è certamente presente *Androsace alpina* (L.) LAM., come testimonia il campione d'erbario conservato presso il Museo Civico di Storia Naturale di Morbegno, raccolto da Perego G, determinato da Sgorbati S. Occorre inoltre

segnalare che la presenza riportata in FORNACIARI (1958) al passo di Gavia non è stata confermata dalle più recenti ricerche (MARTINI *et al.*, 2012), che confermano invece in tutta l'area del passo Gavia la presenza di *Androsace alpina* (L.) LAM.

Provincia di Lecco: sono presenti tre nuclei principali, sulle aree sommitali della Cima di Camisolo, del M. Rotondo, su quelle del M. Legnone. Le popolazioni della cima di Camisolo sono contigue a quelle del Pizzo dei Tre Signori sul confine con il bergamasco, mentre le altre due aree sono separate da una lunga cresta culminante nel Pizzo Alto in cui la specie non è presente (PROVASI, 1922).

Provincia di Como: sono presenti due nuclei principali disgiunti, il primo gravitante attorno al Pizzo di Gino alla testata della Val Cavargna: M. Garzirola, Cima Verta, M. Stabiello, Cima Pianchette, il secondo, posto ad una notevole distanza, è situato sulla cresta tra Sasso Canale e Sasso Campedello (ARTARIA, 1893). Oltre a queste aree è presente alla testata della Valle di San Jorio (all'omonimo passo).

Tipo corologico e areale globale. Secondo AESCHIMANN (2004) la specie è da considerarsi un endemismo alpino – orientale, comprendendo il suo areale una piccola porzione delle alpi Orobie, Retiche occidentali e Lepontine orientali. Il suo areale globale si estende marginalmente anche in Svizzera, sul M. Camoghè (KÄSERMANN, MOSER 1999), mentre la presenza generica nel cantone dei Grigioni riportata in AESCHIMANN (2004) non è stata più confermata (SCHÖNSWETTER *et al.*, 2003), e non è presente neppure sulla cartografia floristica svizzera consultabile all'indirizzo web <http://www.infoflora.ch/it/flora/875-androsace-brevis.html>

Minacce. Secondo lo schema di classificazione IUCN ver. 3.2 (2012) la specie è sottoposta alle seguenti minacce:

2.3.1: *Nomadic grazing*. Il sovrappascolo può condurre le popolazioni a locali contrazioni, in particolare il pascolamento caprino, per l'abitudine di stabulare in aree di vetta favorevoli alla specie, calpestando i pulvini o alterando con le deiezioni il processo pedogenetico (Cima Pianchette, M. Ponteranica, M. Stavello), inoltre l'eccessivo apporto di nutrienti favorisce l'ingresso di specie nitrofile non legate alle cenosi di cresta, quali *Urtica dioica* L. e *Chenopodium bonus-henricus* L.

6.1 *Recreational activities*: molte stazioni di crescita sono situate in prossimità o addirittura all'interno di sentieri molto frequentati (Monte Rotondo, Monte Fioraro, Monte Ponteranica, Monte Garzirola), dove il calpestio può danneggiare anche gravemente i pulvini.

8.2 *Problematic Native Species/Diseases*: le recenti variazioni climatiche (VESCOVI *et al.*, 2007) hanno consentito la colonizzazione di alcune stazioni di specie di taglia maggiore come *Festuca scabriculumis* (HACK.) K. RICHT. subsp. *luedii* MARKGR.-DANN., in grado di ricoprire i pulvini di *Androsace brevis* portandoli a morte per mancanza di radiazione solare.

11.1. *Habitat shifting e Alteration*. Nei riguardi del cambiamento climatico *Androsace brevis* sembra essere estremamente vulnerabile, poiché le popolazioni si trovano in posizione di vetta o di crinale e sono, quindi, impossibilitate ad un'ulteriore risalita in quota; le catene su cui la specie cresce hanno inoltre un'altitudine piuttosto modesta, limitando ulteriormente gli spazi vitali potenziali e rendendo le popolazioni particolarmente sensibili ad incrementi di temperatura.

12.1 *Other threats*. La capacità riproduttiva della specie non è ancora nota. Osservazioni condotte dagli autori sul M. Ponteranica nel 2013 hanno permesso di evidenziare che la specie presenta un bassissimo rapporto tra numero di fiori prodotti e numero di frutti giunti a maturazione.

Criteri IUCN applicati

In base ai dati disponibili è stato applicato il criterio B.

Criterio B

Sottocriteri

B1 – Areale (EOO): 907 Km², misurato come pari all'area del più piccolo poligono convesso in grado di contenere tutti i siti in cui la specie ricorre (GARGANO, 2000)

B2 – Superficie occupata (AOO): 92 Km², calcolato mediante griglia di 2x2 km² (GARGANO, 2000)

Opzioni

- a) *Numero di location*: considerate come minacce prevalenti *nomadic grazing*, *habitat shifting e alteration*, e *problematic native species/diseases* può essere individuata 1 *location* sulle Alpi Lepontine (dove la specie è presente ad altimetrie più basse rispetto alle Alpi Orobie) corrispondenti alle aree più accessibili e alle creste di bassa quota (M. Garzirola, Cima Pianchette), e 1 *location* sul crinale Orobico spartiacque: M. Fioraro, dove la popolazione è ridottissima a causa della colonizzazione delle creste da parte di specie competitori, e M. Stavello, dove le popolazioni sono danneggiate dall'eccessiva stabulazione del bestiame.
- b) *Declino continuo a carico di diffusione e/o qualità dell'habitat*: alcune stazioni non sono state riconfermate, come quelle per il Passo di Gavia, il Passo del Muretto (Val Malenco) e

del M. Torena (alta Val Seriana). Sulla base delle recenti conoscenze e della revisione degli erbari storici (MARTINI *et al.*, 2012) è verosimile che la specie non sia in realtà mai stata presente in questi siti. Per quanto riguarda la qualità dell'habitat, è da considerarsi fortemente degradato a causa della minaccia 2.3.1 nella *location* di M. Garzirola e Cima Pianchette (Alpi Lepontine), e nella *location* di M. Fioraro e M. Stavello.

Categoria di rischio

Criterio B – EOO inferiore a 5000 Km², AOO inferiore a 500 Km². Numero di *location* inferiore a 5 e scomparsa di alcune stazioni storiche. Categoria di rischio: *Endangered*, EN B1ab(iii) + 2ab(iii).

Interazioni con la popolazione globale

Le 2 stazioni accertate per la Svizzera sono le uniche esterne all'areale lombardo, che risulta quindi essere suddiviso in due grossi nuclei posti a notevole distanza uno dall'altro, divisi dal Lago di Como, e da due stazioni disgiunte (M. Sasso Canale e Pizzo di Prata). Le popolazioni elvetiche del M. Camoghè sono direttamente connesse con quelle del gruppo del Pizzo Gino. Essendo quindi praticamente nulle le relazioni con l'areale globale, di fatto limitatissimo al di fuori di quello lombardo, non si ritiene di applicare il declassamento della categoria assegnata.

Status alla scala "regionale/globale": EN B1ab(iii) + 2ab(iii).

- *status* alla scala globale: *Endangered* (EN) B1ab(iii) + 2ab(iii).

- precedente attribuzione a livello nazionale: *Not Evaluated*

Strategie/Azioni di conservazione e normativa.

In Lombardia *A. brevis* è protetta in modo rigoroso (categoria C1) dalla legge regionale n.°10 del 31 marzo 2008, unitamente a tutte le altre specie del genere *Androsace*. In Svizzera la specie è sottoposta a protezione totale nel cantone Ticino (legge del 01 luglio 1975), ed è inclusa nella *Lista Rossa delle specie minacciate in Svizzera* (MOSER *et al.*, 2002). L'areale italiano di *A. brevis* ricade solo parzialmente in aree protette: le popolazioni orobiche rientrano nel Parco delle Orobie Bergamasche, in particolare nel SIC IT2060001 (Valtorta e Valmoresca), ma non vi è indicazione della specie nell'Atlante dei SIC della Provincia di Bergamo (PERRACINO, 2010), anche se vi ricadono le popolazioni del M. Ponteranica. In provincia di Sondrio alcune stazioni sono incluse nel Parco delle Orobie Valtellinesi, in particolare nei SIC IT2040026 (Val Lesina), IT2040028 (Val del Bitto e di Albaredo), IT2040027 (Valle del Bitto e di Gerola),

anche se in quest'ultimo SIC non è indicata la sua presenza nell'Atlante dei SIC della Provincia di Sondrio sebbene le popolazioni del M. Rotondo e del Pizzo Stavello ricadono in queste aree protette (SCHERINI & PAROLO, 2010).

Non sono incluse in alcuna area protetta tutte le popolazioni in territorio italiano poste ad occidente del lago di Como e la stazione disgiunta dalla Val Codera. Semi di questa specie sono attualmente conservati presso la *Lombardy Seed Bank*. E' attualmente in fase di studio la capacità germinativa dei semi presso il Centro Flora Autoctona, i cui risultati, nell'ambito di un dottorato di ricerca dell'Università degli Studi di Milano (riguardante anche l'autoecologia della specie ed i rapporti con le specie congeneri), saranno pubblicati al termine della sperimentazione. In merito alla conservazione, sarebbe opportuno inserire le popolazioni alto lariane (M. Garzirola, Pizzo di Gino, Passo di San Jorio) in aree protette. Nelle aree già sottoposte a protezione, sarebbe opportuno controllare e limitare il pascolamento da parte dei capi ovini e caprini in area di cresta.

LETTERATURA CITATA

- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT J.-P., 2004 – Flora alpina. Ed. Zanichelli.
- ARTARIA F. A. , 1893 – *Note critiche sulla Androsaces Charpentieri Heer*. Malpighia, rassegna mensile di botanica, Anno VII, Vol. VII, (465-469), Genova.
- BLASI C., FRONDONI R, 2011 – *Modern perspective for plant sociology: The case of ecological land classification and the ecoregions of Italy* . Plant Biosystems, Vol. 145, Supplement, pp. 30-37.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1997 – *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia*. WWF Italia, Società Botanica Italiana, CIAS, Univ. Camerino. 139 pp
- FENAROLI L., 1956 – *Lineamenti e caratteristiche della vegetazione e della flora delle Alpi Orobie*. Monti & Boschi, 7: 7-17.
- FERRANTI R., 2012 – *Flora alpina di Valtellina e Valchiavenna*. II Ed. Lysis edizioni, Sondrio.
- FORNACIARI G., 1958 – *Elenco delle piante raccolte nel 1939 dalla prof. S. Zenari in Valfurva e conservate tra gli erbari dell'istituto botanico di Padova determinate da G. Fornaciari nel 1958*. Manoscritto inedito, Museo di Storia Naturale di Morbegno.
- GARGANO D., 2000 – *La procedura IUCN, generalità*. Informatore Botanico Italiano, 40 Suppl. 1, 2008, 25-34.
- GARGANO D., 2000 – *Verso la redazione di nuove Liste Rosse della flora d'Italia: una griglia standard per la misura dell'Area of Occupancy (AOO)*. Informatore Botanico Italiano, 32(1) 0-200.
- KÄSERMANN C., MOSER D., 1999 – *Fiches pratiques pour la conservation : plantes à fleurs et fougères. Etat : octobre 1999*. Office Fédéral Environnement, Forêts et Paysage (OFEFP), Bern

- IUCN, 2012 – *Unified classification of Direct Threats*.
Version 3.2 <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/classification-schemes/threats-classification-scheme>.
Downloaded on 08 August 2013.
- MAGNI C., 2013 – *Androsace brevis* (Hegetschw.) Cesati in *Acta Plantarum Notes, collana di esplorazioni e notizie sulla flora del territorio italiano*, Vol. 1, ed. Araba Fenice, aprile 2013.
- MARTINI F., BONA E., FEDERICI G., FENAROLI F. PERICO G., 2012 – *Flora Vascolare della Lombardia Centro-Orientale*. Lint editoriale.
- MOSER D., GYGAX A., BÄUMLER B., WYLER N., PALESE R., 2002 – *Lista rossa delle specie minacciate in Svizzera. Felci e piante a fiore*. Edizione 2002. Ufficio Federale Ambiente Foreste e Paesaggio, Berna; Centro Rete Svizzera Floristica, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques Ville de Genève, Chambésy. Collana UFAPF “Ambiente-Esecuzione”.
- PERRACINO M., 2010 – *Atlante dei SIC della Provincia di Bergamo*. Regione Lombardia e Fondazione Lombardia per l’Ambiente, Milano.
- PIGNATTI S., 1982 – *Flora d’Italia*. Edagricole, Bologna.
- PROVASI T., 1922 – *Storia e distribuzione geografica della Androsace brevis* (Heg). *Ces. Nuovo Giornale Botanico Italiano*, vol. XXIX, p. 128.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., PENAS A., DIAZ T.T., 2004 – *Biogeographic map of Europe 1 :16.000.000*. Cartographic service, Univ. Leon.
- ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R. P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F. M., ORSENIGO S. (Eds.), 2013 – *Lista Rossa della Flora Italiana. 1 . Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Roma. 54 pp.
- SCHERINI G.C. & PAROLO G., 2010 – *Atlante dei SIC della Provincia di Sondrio*. Regione Lombardia e Fondazione Lombardia per l’Ambiente, Milano.
- SCHÖNSWETTER P., TRIBSCH A., SCHNEEWEISS G. M. & NIKFELD H., 2003 – *Disjunction in relict alpine plants: phylogeography of Androsace brevis and A. wulfeniana* (Primulaceae). *J. Linn. Soc. Bot.*, 141 : 437-466.
- TOMASELLI R., BALDUZZI A., FILIPELLO S., 1973 – *Carta Bioclimatica d’Italia*. Minist. Agric. For., Roma. Collana Verde, 33.
- VESCOVI E., RAVAZZI C., ARPENTI E., FINSINGER W., PINI R., VALSECCHI V., WICK B., AMMANN B., TINNER W., 2007 – *Interactions between climate and vegetation during the late glacial period as recorded by lake and mire sediment in Northern Italy and Southern Switzerland*. *Quaternary Sci. Rev.*, 26: 1650-1669.

AUTORI

Federico Mangili (federico.mangili@unimi.it), Duccio Tampucci (duccio.tampucci@unimi.it), Marco Caccianiga (marco.caccianiga@unimi.it), Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Bioscienze, Via Celoria, 26, 2C - 20133 Milano

5.3 AUTOECOLOGIA

5.3.1 CSR DI *A. brevis* E DELLE CONGENERI ALPINE

Si riporta, in forma unitaria, i dati relativi alla strategia CSR di *A. brevis* precedentemente riportati per ogni località dell'areale.

Colore	Stazione	C	S	R	Strategia
	<i>Rifugio Benigni</i>	0	66	24	S/SR
	<i>Monte Fioraro</i>	0	65	25	S/SR
	<i>Cima Pianchette</i>	0	90	10	S
	<i>Monte Ponteranica</i>	0	72	28	S/SR
	<i>Sasso Canale</i>	0	55	45	SR
	<i>Passo San Jorio</i>	0	99	1	S
	<i>Pizzo Tre Signori</i>	0	57	43	SR
	<i>Monte Legnone</i>	0	71	29	S/SR
	<i>Passo dell'Oro</i>	0	41	59	R/SR
	<i>Passo Barbacan</i>	0	59	41	SR
	<i>Rifugio Gianetti</i>	0	77	23	S/SR
	<i>Pizzo di Gino</i>	0	69	31	S/SR
	<i>Monte Rotondo</i>	0	53	47	SR
	<i>Monte Garzirola</i>	0	51	49	SR
	<i>Bocchetta d'Inferno</i>	0	53	47	SR

Tab. 5.3.1.1 Valori CSR di tutte le stazioni censite. I colori fanno riferimento al *trade-off triangle* di fig. 5.2.1.1.

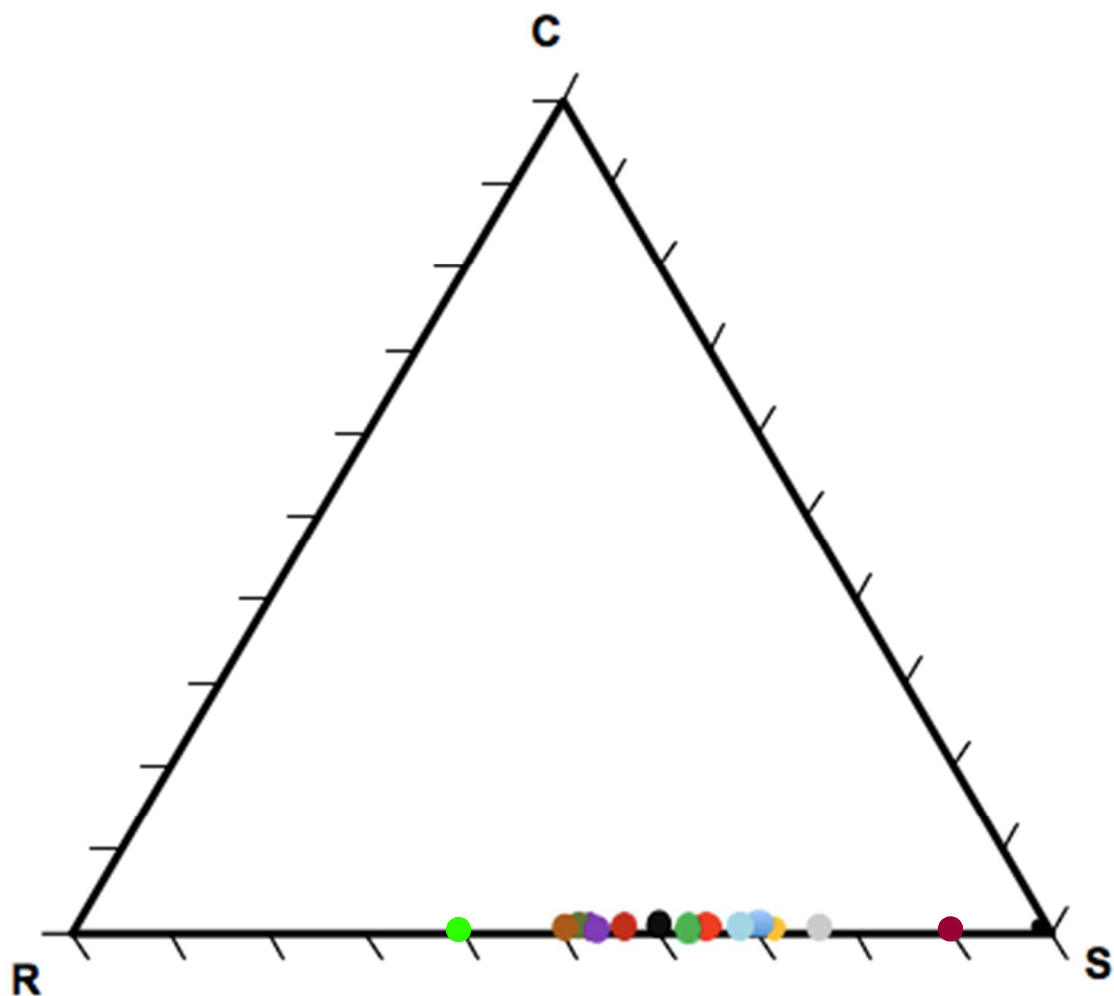


Fig. 5.3.1.1 *Trade off triangle* di tutte le stazio di *A. brevis* censite nel presente lavoro. Si può osservare la totale mancanza della componente "C" (competitiva). La strategia funzionale S – R indica che questa specie è probabilmente poco plastica ai cambiamenti ambientali.

Si rimarca, come dato più importante, la totale assenza del tratto C per tutte le popolazioni studiate. Di seguito, si riportano primariamente i dati stazionali relativi al campionamento, e, successivamente i relativi alla CSR delle specie congeneri alpine.

Specie	Altitudine (m s.l.m.)	Latitudine N	longitudine E	Località	Comune	Regione	Stato
<i>A. alpina</i>	2.700	46°20'31.27"	10°30'6.95"	Passo Gavia	Ponte di Legno (BS)	Lombardia	Italia
<i>A. brevis</i>	2.260	46°01'21.6"	9°33'39.1"	Rifugio Benigni	Ornica (BG)	Lombardia	Italia
<i>A. brevis</i>	2.112	46°7'23.2"	9°08'27.2"	Pizzo di Gino	Cavargna (CO)	Lombardia	Italia
<i>A. brevis</i>	2.120	46°13'08.6"	9°21'34.2"	Sasso Canale	Montemezzo (CO)	Lombardia	Italia
<i>A. brevis</i>	2.132	46°00'41.1"	09°30'14"	Pizzo dei Tre Signori	Valtorta (BG)	Lombardia	Italia
<i>A. brevis</i>	2.280	46°03'22.22"	9°38'27.5"	Monte Fioraro	Mezzoldo	Lombardia	Italia
<i>A. brevis</i>	2.158	46° 7'5.54"	9° 9'24.80"	Cima Pianchette	San Bartolomeo Cavargna (CO)	Lombardia	Italia
<i>A. brevis</i>	2.315	46°01'51.0"	9°36'01.8"	Monte Ponteranica	Santa Brigida (BG)	Lombardia	Italia
<i>A. carnea</i>	2.420	45°47'3.69"	7°45'52.47"	Laghi di Palasinaz	Brousson (AO)	Valle d'Aosta	Italia
<i>A. carnea</i> subsp. <i>brigantiaca</i>	2.250	44°24'32.41"	6°56'40.97"	Sorgenti Roburent	Argentera (CN)	Piemonte	Italia
<i>A. chaixii</i>	1.000	44°33'13.38"	5°45'9.91"	Seille	La Faurie (05)	Alte Alpi	Francia
<i>A. chamaejasme</i>	1.900	46°28'7.19"	9°21'3.03"	Passo dello Spluga	Madesimo (SO)	Lombardia	Italia
<i>A. hausmannii</i>	2.350	45°57'17.02"	10°4'21.72"	Pizzo della Presolana	Castione della Presolana (BG)	Lombardia	Italia
<i>A. helvetica</i>	2.850	46°32'59.09"	10°25'13.37"	Piz Umbrail	St. Maria Mustair (GR)	Grigioni	Svizzera
<i>A. lactea</i>	1.990	45°55'42.96"	9°44'46.47"	Passo del Menna	Roncobello (BG)	Lombardia	Italia
<i>A. maxima</i>	950	44°36'59.79"	6°32'9.51"	Cappella di St. James	Chateroux Les Alpes (05)	Alte Alpi	Francia
<i>A. obtusifolia</i>	2.650	46°32'40.14"	10°25'39.31"	Piz Umbrail	St. Maria Mustair (GR)	Grigioni	Svizzera
<i>A. septentrionalis</i>	1.620	45°36' 0.81"	7°22'49.99"	Champlong	Cogne (AO)	Valle d'Aosta	Italia
<i>A. vandelli</i>	1.880	46°2'29.06"	9°36'25.73"	Passo del Verrobbio	Averara (BG)	Lombardia	Italia
<i>A. villosa</i>	2.280	45°2'30.71"	6°56'19.07"	Grand Puy	Pragelato (TO)	Piemonte	Italia
<i>A. vitaliana</i>	2.450	45°47'5.50"	7°45'40.25"	Laghi di Palasinaz	Brousson (AO)	Valle d'Aosta	Italia
<i>A. wulfeniana</i>	22:40	46°16'44.68"	11°46'29.99"	Cavallazza Grande	Predazzo (TN)	Trentino-Alto Adige	Italia

Tab. 5.3.1.2 Stazioni di campionamento delle specie di *Androsace* sulle Alpi.

A. alpina

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. alpina</i>	C	S	R					
	0	19	81	85,14	1,89	7,41	14,85	30,69
Deviazione standard				±1,87	±0,14	±2,28	±1,86	±3,51

Tab. 5.3.1.3 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. alpina*

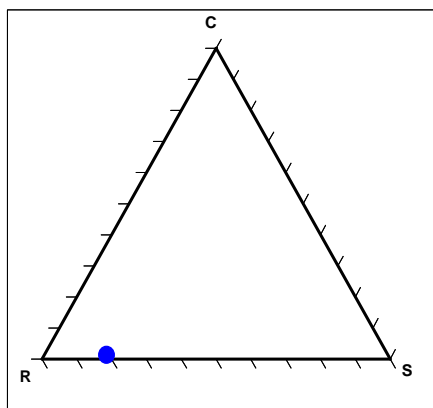


Fig 5.3.1.2/3 Trade-off triangle per *A. alpina* e la specie presso il Passo Gavia. Foto F. Mangili

A. carnea

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. carnea</i>	0	100	0	78,97	3,03	7,63	21,02	13,13
Deviazione standard				±5,64	±0,38	±2,31	±5,64	±2,94

Tab. 5.3.1.4 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. carnea*

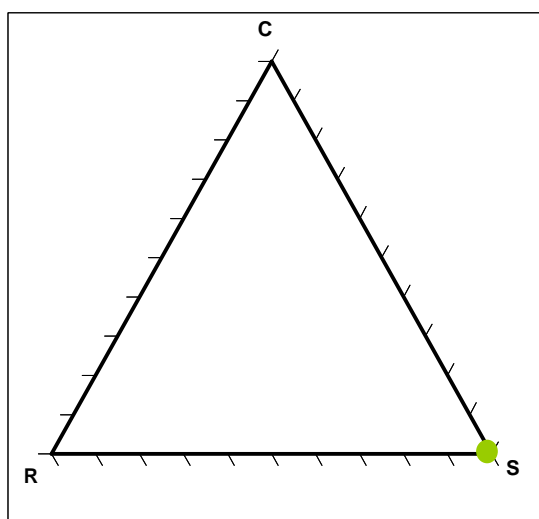


Fig 5.3.1.4 Trade-off triangle per *A. carnea*



Fig 5.3.1.5 *A. carnea* presso i laghi di Palasinaz. Foto F. Mangili, Giugno 2015.

A. carnea ssp. brigantiaca

Specie	Proportion in class (%)			LWC	Succulence	Leaf Area	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area
	C	S	R	leaf water content (% of fresh weight)	(g/dm ²)	(mm ²)		(mm ² /mg)
<i>A. carnea brig</i>	C	S	R					
	0	52	48	80,44451	2,5632816	6,838091	17,49703	19,0711
Deviazione standard				±1,04	±0,43	±1,343231	±1,038978	±4,227477

Tab. 5.3.1.5 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. carnea ssp. brigantiaca*

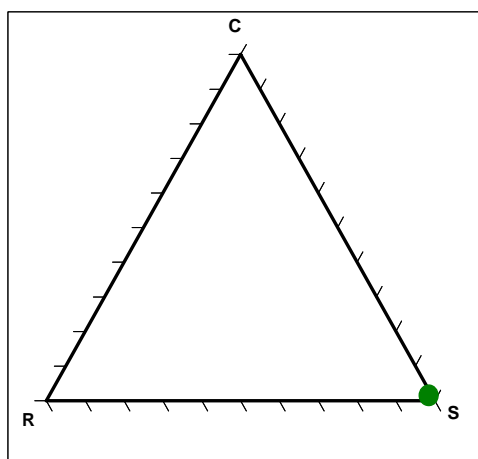


Fig 5.3.1.6 Trade-off triangle per *A. carnea ssp. brigantiaca*



Fig 5.3.1.7 *A. carnea ssp. brigantiaca* val Varaita. Foto P. Ferrari, Maggio 2011

A. chaixii

Specie	Proportion in class (%)			LWC	Succulence	Leaf Area	Leaf Dry Matter Content	Specific Leaf Area
	C	S	R	leaf water content (% of fresh weight)	(g/dm ²)	(mm ²)	(%)	(mm ² /mg)
<i>A. chaixii</i>	C	S	R					
	0	60	40	79,73	2,07	55,46	20,26	19,69
Deviazione standard				±2,70	±0,31	±27,85	±2,69	±4,43

Tab. 5.3.1.6 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. chaixii*

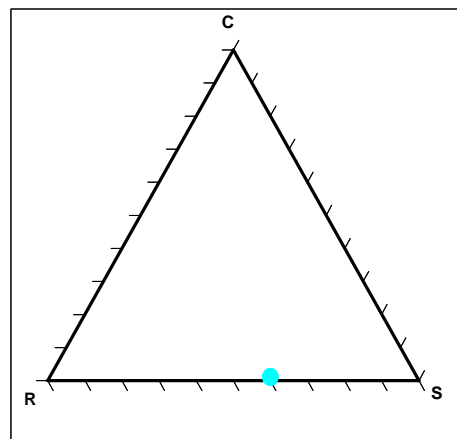


Fig 5.3.1.8 Trade-off triangle per *A. chaixii*



Fig 5.3.1.9 *A. chaixii*, La Faurie (FR). Foto F. Mangili, Aprile 2014

A. chamaejasme

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. chamaejasme</i>	0	30	70	83,44	1,89	16,29	16,55	27,66
Deviazione standard				±2,28	±0,21	±3,47	±2,28	±6,77

Tab. 5.3.1.7 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. chamaejasme*

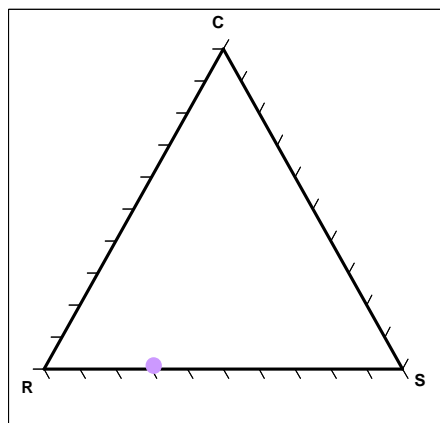


Fig 5.3.1.10 Trade-off triangle per *A. chamaejasme*



Fig 5.3.1.11 *A. chamaejasme* , Passo Spluga. Foto F. Mangili, Giugno 2015

A. hausmannii

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. hausmannii</i>	0	22	78	85,94	2,84	9,45	14,05	21,81
Deviazione standard				±1,28	±0,16	±1,42	±1,27	±3,10

Tab. 5.3.1.8 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. hausmannii*

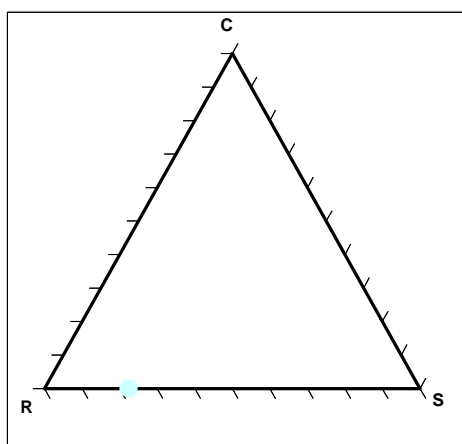


Fig 5.3.1.12 Trade-off triangle per *A. hausmannii*



Fig 5.3.1.13 *A. hausmannii*, Presolana. Foto F. Mangili, Luglio 2015

A. helvetica

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. helvetica</i>	0	46	54	80,44451	1,73	3,18	19,56	24,64
Deviazione standard				±1,72	±0,32	±0,59	±1,71	±4,88

Tab. 5.3.1.9 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. helvetica*

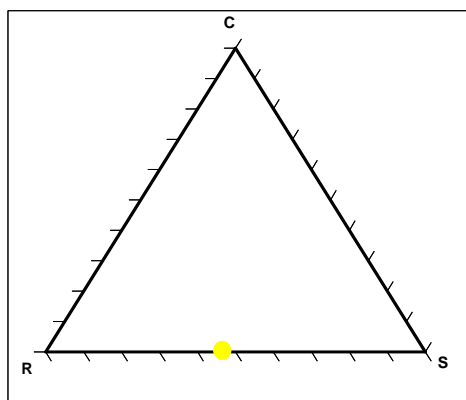


Fig 5.3.1.14 Trade-off triangle per *A. helvetica*



Fig 5.3.1.15 *A. helvetica* , Piz Umbrail (CH). Foto F. Mangili, Giugno 2015

A. lactea

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. lactea</i>	0	58	42	82,29	2,65	9,89	17,70	1,72
Deviazione standard				±1,3	±0,23	±1,29	±1,36	±2,22

Tab. 5.3.1.10 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. lactea*

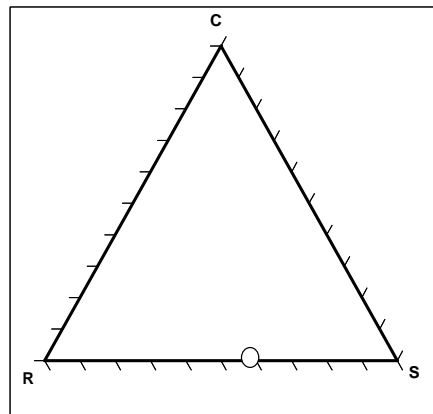


Fig 5.3.1.16 Trade-off triangle per *A. lactea*



Fig 5.3.1.17 *A. lactea*, Passo del Menna. Foto F. Mangili, Luglio 2015

A. maxima

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. maxima</i>	12	5	83	87,42	3,25	105,82	12,57	25,52
Deviazione standard				±3,46	±1,91	±34,78	±3,45	±6,33

Tab. 5.3.1.11 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. maxima*

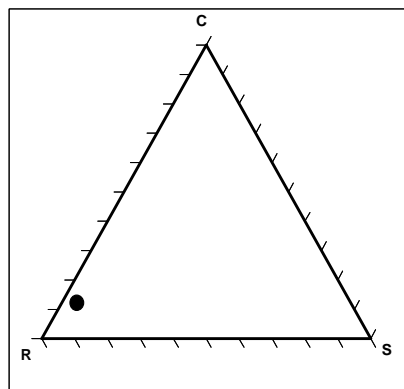


Fig 5.3.1.18 Trade-off triangle per *A. maxima*



Fig 5.3.1.19 *A. maxima*, Chateroux Les Alpes (FR). Foto F. Mangili, Aprile 2014

A. obtusifolia

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. obtusifolia</i>	0	44	56	82,08	2,14	24,00	17,91	22,55
Deviazione standard				±3,89	±0,25	±8,57	±3,89	±5,91

Tab. 5.3.1.12 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. obtusifolia*

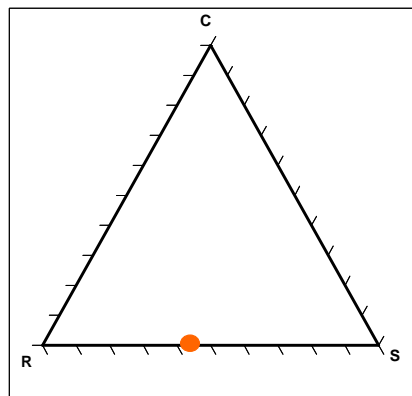


Fig 5.3.1.20 Trade-off triangle per *A. obtusifolia*



Fig 5.3.1.21 *A. obtusifolia*, Passo Umbrail (CH). Foto F. Mangili, Giugno 2015

A. septentrionalis

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. septentrionalis</i>	0	36	64	82,85	2,05	37,88	17,14	24,96
Deviazione standard				±2,46	±0,28	±23,09	±2,45	±7,98

Tab. 5.3.1.13 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. septentrionalis*

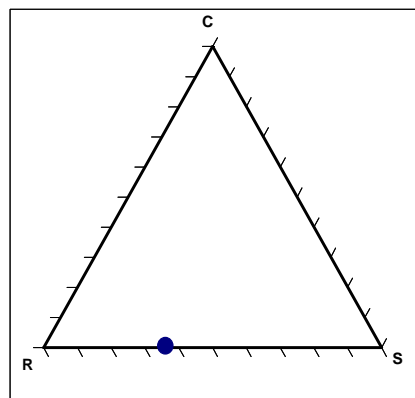


Fig 5.3.1.22 Trade-off triangle per *A. septentrionalis*

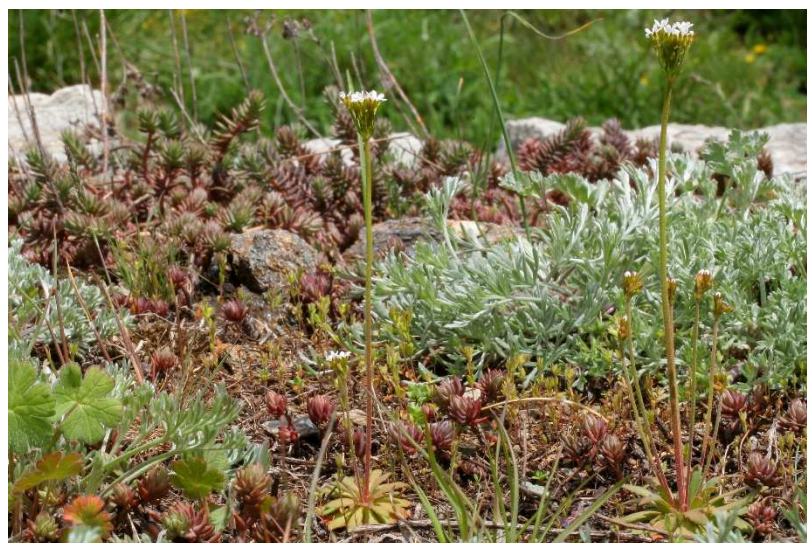


Fig 5.3.1.23 *A. septentrionalis*, Champlong, Cogne. Foto F. Mangili, Maggio 2015

A. vandelli

Specie	Proportion in class (%)			LWC	Succulence	Leaf Area	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area
	C	S	R	leaf water content (% of fresh weight)	(g/dm ²)	(mm ²)		(mm ² /mg)
<i>A. vandelli</i>	0	78	22	65,64	0,96	2,95	34,36	20,91
Deviazione standard				±5,71	±0,22	±0,88	±5,71	±3,48

Tab. 5.3.1.14 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. septentrionalis*

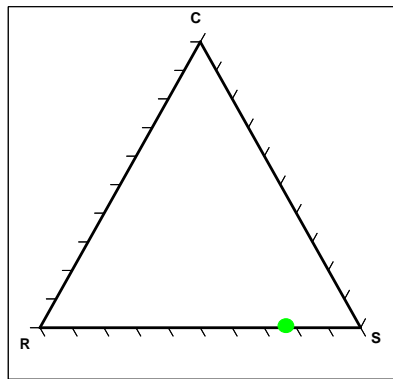


Fig 5.3.1.24 Trade-off triangle per *A. vandelli*



Fig 5.3.1.25 *A. vandelli*, Rifugio Deffeyes,. Foto F. Mangili, Luglio 2012

A. villosa

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. villosa</i>	0	88,3	11,7	90	5,22	6,97	10	17,64
Deviazione standard				±0,07	±0,875375	±1,474268	±0,15	±2,744293

Tab. 5.3.1.15 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. villosa*

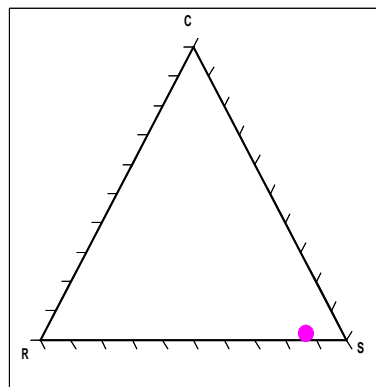


Fig 5.3.1.26 Trade-off triangle per *A. villosa*



Fig 5.3.1.27 *A. villosa*, Campo Imperatore,. Foto F. Mangili, Luglio 2016

A. vitaliana

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. vitaliana</i>	0	81	19	73,09	1,61	4,85	26,90	17,08
Deviazione standard				±2,31	±0,19	±1,53	±2,30	±1,84

Tab. 5.3.1.16 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. vitaliana*

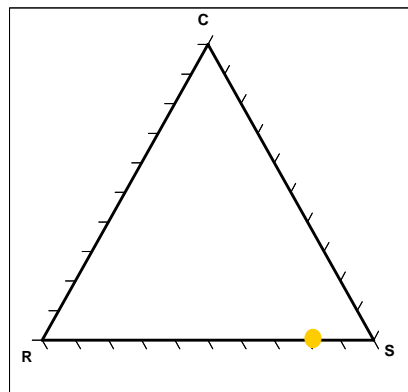


Fig 5.3.1.28 Trade-off triangle per *A. vitaliana*



Fig 5.3.1.29 *A. vitaliana*, Laghi di Palasinaz. Foto F. Mangili, Giugno 2015

A. wulfeniana

Specie	Proportion in class (%)			LWC leaf water content (% of fresh weight)	Succulence (g/dm ²)	Leaf Area (mm ²)	Leaf Dry Matter Content (%)	Specific Leaf Area (mm ² /mg)
	C	S	R					
<i>A. wulfeniana</i>	0	53	47	79,74	1,77	4,30	20,25	22,42
Deviazione standard				±1,97	±0,19	±1,20	±1,96	±1,46

Tab. 5.3.1.17 Valori per il calcolo della CSR ottenuti da 10 foglie di 10 individui di *A. wulfeniana*

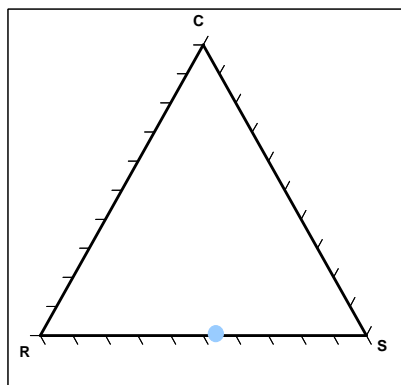


Fig 5.3.1.30 Trade-off triangle per *A. wulfeniana*



Fig 5.3.1.31 *A. wulfeniana*, Cavallazza. Foto F. Mangili, Luglio 2015

5.3.2 CSR: DISCUSSIONE

Come si può osservare dal *trade off triangle* delle popolazioni studiate (fig. 5.3.1.1) e dai relativi valori riportati nella tabella 5.3.1.1., *A. brevis* presenta una bassa plasticità fenotipica e una strategia funzionale tendenzialmente “SR” (stress – tollerante), con il tratto “S” maggiormente rappresentato. Nonostante questa tendenza generale, sussistono comunque piccole diversificazioni e comunanze che meritano un approfondimento:

- Gli individui campionati presso il passo San Jorio presentano un valore notevolmente più elevato di ogni altra popolazioni nei riguardi del tratto S (=98), a cui si avvicina solamente la popolazione di Cima Pianchette (S=89). Questa differenza piuttosto ampia, potrebbe essere spiegata con il fatto che gli individui analizzati sono stati campionati entrambi in giornate estremamente calde, con le rocce su cui stavano i pulvini surriscaldate. Questo potrebbe avere provocato una consistente perdita idrica, avendo come conseguenza un ridotto peso della foglia fresca, nonostante la permanenza delle foglie in carta assorbente umida per una notte.
- Il tratto “C” (*competitive*) è completamente assente, anche in percentuale minima, da qualunque popolazione analizzata. Questa assenza è significativa in merito alla capacità di competizione di *A. brevis* nei confronti di altre specie che potrebbe essere un grosso problema nello scenario attuale di *global warming* con conseguente risalita di specie di taglia maggiore e con tratto C meglio esposto da piani altitudinali inferiori. Si noti, ad ulteriore aggravamento, che le popolazioni di *A. brevis* più consistenti (settori Orobie Occidentali ed Alto Lario) sono poste al limite altimetrico delle due catene montuose, rendendo impossibile una sua ulteriore risalita.
- Le popolazioni del settore Retico sud-occidentale di passo dell’Oro presenta il tratto “R” (*ruderal*) in assoluto più alto tra tutte le popolazioni analizzate. Questo tratto è associato a piante a rapido accrescimento e riproduzione rapida e precoce.
- Piccole differenze emergono osservando i valori medi ,tre componenti C,S,R nei tre settori dell’areale:

	C	S	R
Orobie Occ.	0	62,42	34,71
Dev. St.	-	±8,07	±10,4
Alto Lario	0	58,33	41,66
Dev. St.	-	±9,45	±9,48
Retiche Sud Occ	0	59,00	41,00
Dev. St.	-	±18,00	±18,00

Tab 5.3.2.1. Valori medi e relative deviazioni standard per i valori di C,S e R di *A. brevis* nei tre settori dell’areale

I settori Alto Lario e Alpi Retiche Sud-Occidentali presentano valori di C,S ed R assai simili (pur le Retiche Sud-Occidentali presentando una variabilità maggiore), mentre il settore Alpi Orobie presenta un valore medio più alto per il tratto S e più basso per il tratto R. Osservando i valori delle deviazioni standard riportati in cap. 5.0 queste leggere fluttuazioni non paiono essere significative e rientrano quindi nella normale variabilità della specie.

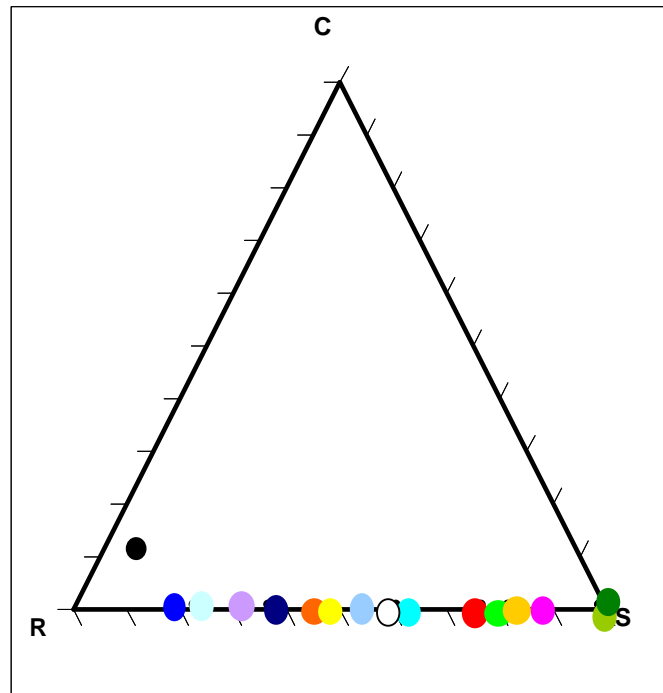
Specie	Proportion in class			LWC	Succulence	LA	LDMC	SLA
	C	S	R					
<i>A. alpina</i>	0	19	81	85,141448± 1,87	1,8968239± 0,14	7,410148± 2,29	14,85855± 1,86	30,69156± 3,52
<i>A. brevis (medie)</i>	0	74	24	76,9± 6,34	2,1± 0,42	6,5± 0,99	23,1± 6,34	17± 4,52
<i>A. carnea</i>	0	100	0	78,975127± 5,64	3,035539± 0,38	7,632623± 2,32	21,02487± 5,64	13,13898± 2,95
<i>A. carnea</i> subsp. <i>brigantiaca</i>	0	100	0	80,44451± 1,04	2,5632816± 0,44	6,838091± 1,34	17,49703± 1,04	19,0711± 4,23
<i>A. chaixii</i>	0	60	40	79,736733± 2,70	2,0793604± 0,32	55,46916± 27,85	20,26327± 2,70	19,69894± 4,44
<i>A. chamaejasme</i>	0	30	70	83,449495± 2,28	1,8915483± 0,21	16,296± 3,47	16,5505± 2,28	27,66985± 6,78
<i>A. hausmannii</i>	0	22	78	85,949381± 1,28	2,8406828± 0,16	9,457023± 1,42	14,05062± 1,28	21,81312± 3,11
<i>A. helvetica</i>	0	45	55	80,44451± 1,72	1,6461453± 0,33	3,302127± 0,59	19,55549± 1,72	25,4837± 4,89
<i>A. lactea</i>	0	58	42	82,290023± 1,37	2,6562368± 0,23	9,892375± 1,29	17,70998± 1,37	17,7219± 2,23
<i>A. maxima</i>	12	5	83	87,425211± 3,46	3,2592386± 1,92	105,8294± 34,78	12,57479± 3,46	25,52097± 6,33
<i>A. obtusifolia</i>	0	44	56	82,084932± 3,89	2,1461417± 0,25	24,00747± 8,57	17,91507± 3,89	22,55207± 5,91
<i>A. septentrionalis</i>	0	36	64	82,850866± 2,46	2,0592645± 0,29	37,88377± 23,09	17,14913± 2,46	24,96912± 7,99
<i>A. vandelli</i>	0	76	24	65,639667± 5,71	0,8956652± 0,22	3,051884± 0,88	34,36033± 5,71	20,90742± 3,49
<i>A. villosa</i>	0	0	100	90± 0,0	5,2219261± 0,88	6,973202± 1,47	10± 0,0	17,64106± 2,74
<i>A. vitaliana</i>	0	81	19	73,093294± 2,31	1,6135766± 0,19	4,857608± 1,54	26,90671± 2,31	17,08043± 1,85
<i>A. wulfeniana</i>	0	53	47	79,74818± 1,97	1,7769087± 0,20	4,309552± 1,20	20,25182± 1,97	22,42309± 1,47

Tab. 5.3.2.2 Prospetto sintetico dei valori di CSR calcolati per le specie alpine del genere *Androsace*

Per quanto riguarda il paragone tra *A. brevis* e le specie congeneri, la specie “strategicamente” più affine risulta essere *A. vandelli* (tab. 5.2.1.1.2), unica altra specie di *Androsace* con cui *A. brevis* condivide significative porzioni di areale (*A. alpina* è esclusiva di una sola stazione all’interno dell’areale di *A. brevis*). Pur avendo preferenze ecologiche differenti (crinali per *A. brevis*, pareti sub-verticali per *A. vandelli*), la co-esistenza nello stesso territorio, con conseguente esposizione alle medesime condizioni climatiche e storiche, potrebbe avere favorite la convergenza delle due specie

verso una stessa strategia. Diverse appaiono essere, al contrario, le due specie filogeneticamente più vicine (SCHOENSWETTER *et al.*, 2003) *A. alpina* ed *A. wulfeniana*. La prima esprime un tratto “R” (*ruderal*) molto marcato, in accordo con il suo habitat, detriti e morene, molto diverso da quello di *A. brevis*. La seconda esprime una strategia simile a quella di *A. brevis*, ma con i valori di R più elevati: ciò è probabilmente dovuto all’estrema somiglianza degli habitat d’elezione delle due specie (crinali ventosi), oltretutto entrambe endemiche di limitate porzioni della catena alpina orientale (AESCHIMANN *et al.*, 2004).

<i>A. alpina</i>	■
<i>A. brevis</i>	■
<i>A. carnea</i>	■
<i>A. carnea</i> subsp. <i>brigantiaca</i>	■
<i>A. chaixii</i>	■
<i>A. chamaejasme</i>	■
<i>A. hausmannii</i>	■
<i>A. helvetica</i>	■
<i>A. lactea</i>	■
<i>A. maxima</i>	■
<i>A. obtusifolia</i>	■
<i>A. septentrionalis</i>	■
<i>A. vandelli</i>	■
<i>A. villosa</i>	■
<i>A. vitaliana</i>	■
<i>A. wulfeniana</i>	■



Tab/Fig. 5.3.2.3/1 Legenda e trade-off-triangle delle specie alpine del genere *Androsace*

I dati ottenuti, oltre a permettere il confronto con i relativi dati raccolti per *A. brevis*, consentono di inquadrare le specie alpine del genere *Androsace*, alla luce della teoria CSR (GRIME 1977), come piante prive di tratti competitivi, (tutte le specie presentano una componente C pari a 0), con l’unica eccezione rappresentata da *A. maxima* che mostra una ridotta componente di competitività. Da notare che, ecologicamente, si tratta di una specie molto differente dalle congeneri, che presenta anche diversi livelli di ploidia all’interno del suo vasto areale (WEISS & SCHNEEWEISS, 2001), a differenza delle restanti specie che sono diploidi e stabili (KRESS, 1984).

Questi dati risultano coerenti con la sinecologia mostrata dalle specie alpine di questo genere: esse colonizzano infatti ambienti in cui altre specie sono poco rappresentate (=assenza di competizione) e in cui lo sviluppo è limitato dalla scarsità delle risorse (=forte selezione verso la stress-tolleranza). Tra le specie in esame quelle che più rappresentano questo tratto sono *A. brevis* e *A. vandelli*, specie eminentemente casmofite, e *A. vitaliana*, *A. villosa*, ed *A. carnea*, presenti in vegetazioni climax paucispecifiche come le praterie a *Carex curvula*. La componente ruderale è più o meno rappresentata a seconda delle specie, dipendendo dai fattori di disturbo presenti nell’ambiente, differenti caso per caso. Per *A. chamaejasme*, il disturbo può essere individuato nel pascolamento (evidentissimo nel luogo di campionamento), per *A. alpina* dall’habitat d’elezione, costituito da

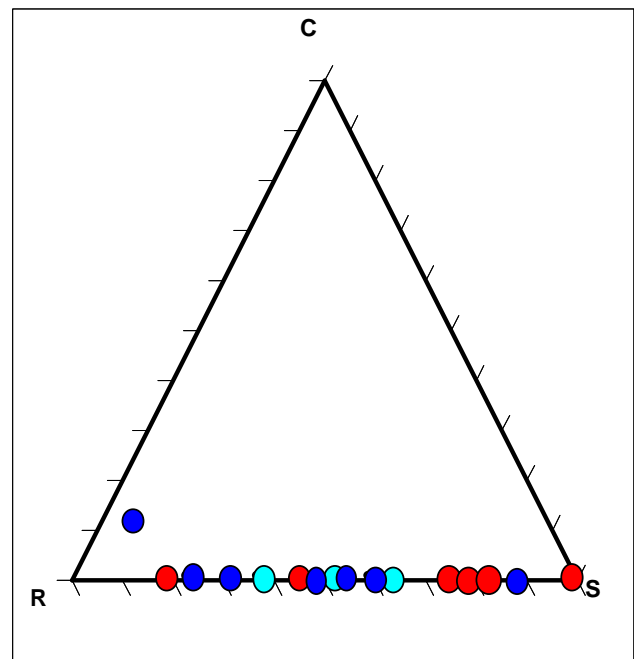
morene e piane proglaciali sottoposte a continuo rimodellamento, per *A. maxima* dalla sua stretta predilezione per i campi coltivati sottoposti a continui interventi di tipo agricolo.

A livello ecologico può essere particolarmente interessante evidenziare la presenza di possibili associazioni tra le strategie CSR delle specie e le loro esigenze per singole caratteristiche ambientali: si tratta di dati particolarmente interessanti, poiché il genere *Androsace* sulle Alpi è costituito da specie piuttosto rare, a distribuzione disomogenea, e in alcuni casi endemiche o steno-endemiche, pertanto particolarmente interessanti dal punto di vista conservazionistico. Disponendo ora, per la prima volta, di dati relativi alla strategia CSR, e conoscendo l'autoecologia delle specie, è possibile effettuare alcuni confronti, prendendo in esame: pH, ambiente di crescita e forma biologica.

pH

Si tratta di un importante fattore di selezione per le piante in quanto influenza la disponibilità dei nutrienti e favorisce/inibisce il rilascio di elementi in forma ionica che possono risultare utili o tossiche per la pianta. Il pH è generalmente influenzato dal tipo di substrato roccioso sul quale si sviluppa il suolo. Normalmente il range di pH in cui le piante riescono a vivere è compreso tra 4 e 9 (UBALDI, 2003) all'interno del quale suddividiamo piante acidofile, che prediligono pH tendenzialmente acido (≤ 6), basofile preferenti pH basico ($\geq 7,5$) e neutrofile con esigenze di pH intorno alla neutralità (~ 7). Il grafico sottostante riporta in rosso specie acidofile ($\text{pH} \leq 6$); in blu quelle basofile ($\text{pH} \geq 7,5$); in azzurro sono indicate le specie che non mostrano una specifica preferenza di pH (dati in accordo con AESCHIMANN *et al.*, 2004):

<i>A. alpina</i>	pH ≤ 6
<i>A. brevis medie</i>	pH ≤ 6
<i>A. carnea</i>	pH ≤ 6
<i>A. carnea</i> subsp. <i>brigantiaca</i>	pH ~ 7
<i>A. chaixii</i>	pH ~ 7
<i>A. chamaejasme</i>	pH $\geq 7,5$
<i>A. hausmannii</i>	pH $\geq 7,5$
<i>A. helvetica</i>	pH $\geq 7,5$
<i>A. lactea</i>	pH $\geq 7,5$
<i>A. maxima</i>	pH $\geq 7,5$
<i>A. obtusifolia</i>	pH ≤ 6
<i>A. septentrionalis</i>	pH ~ 7
<i>A. vandelli</i>	pH ≤ 6
<i>A. villosa</i>	pH $\geq 7,5$
<i>A. vitaliana</i>	pH ≤ 6
<i>A. wulfeniana</i>	pH ≤ 6



Tab/Fig. 5.3.2.3/2 Trade-off triangle dei valori C-S-R le specie del genere *Androsace* nelle Alpi, ripartite a seconda delle preferenze di pH desunte da AESCHIMANN *et al.* (2004).

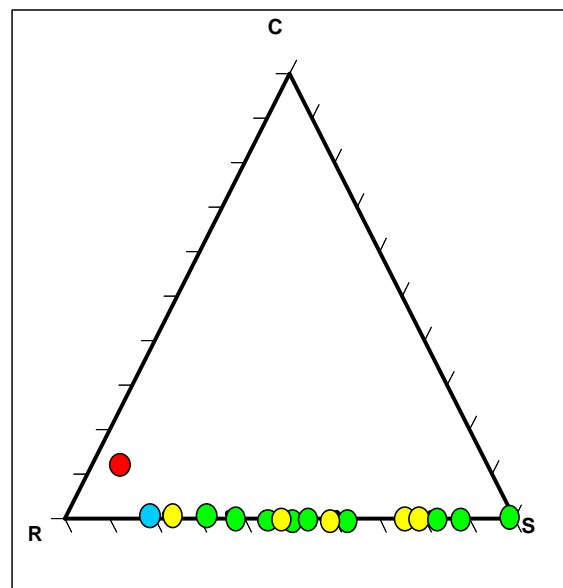
Dall'osservazione del grafico possiamo si osserva come che le specie più acidofile mostrino dei tratti più stress-tolleranti, mentre quelle più maggiormente basofile risultano essere più marcatamente ruderali. Una possibile spiegazione può essere che substrati acidi sono spesso oligotrofici (da cui la

componente S), e i substrati più basici sono caratterizzati da rocce che si fratturano molto facilmente, come calcari e dolomie (da cui la componente R).

Ambiente di crescita

Il luogo dove cresce una specie è fondamentale in quanto influenza direttamente diversi aspetti della pianta: crescita, riproduzione, dispersione, corologia... (PIGNATTI 1995). Nella tabella seguente sono evidenziate in giallo le specie rupicole, in verde quelle di prateria, mentre l'unica specie di detrito è evidenziata in blu e quella di coltivo in rosso.

<i>A. alpina</i>	Detrito
<i>A. brevis medie</i>	Rupe
<i>A. carnea</i>	Prateria
<i>A. carnea subsp. brigantiaca</i>	Prateria
<i>A. chaixii</i>	Prateria
<i>A. chamaejasme</i>	Prateria
<i>A. hausmannii</i>	Rupe
<i>A. helvetica</i>	Rupe
<i>A. lactea</i>	Rupe
<i>A. maxima</i>	Coltivo
<i>A. obtusifolia</i>	Prateria
<i>A. septentrionalis</i>	Prateria
<i>A. vandelli</i>	Rupe
<i>A. villosa</i>	Prateria
<i>A. vitaliana</i>	Prateria
<i>A. wulfeniana</i>	Prateria



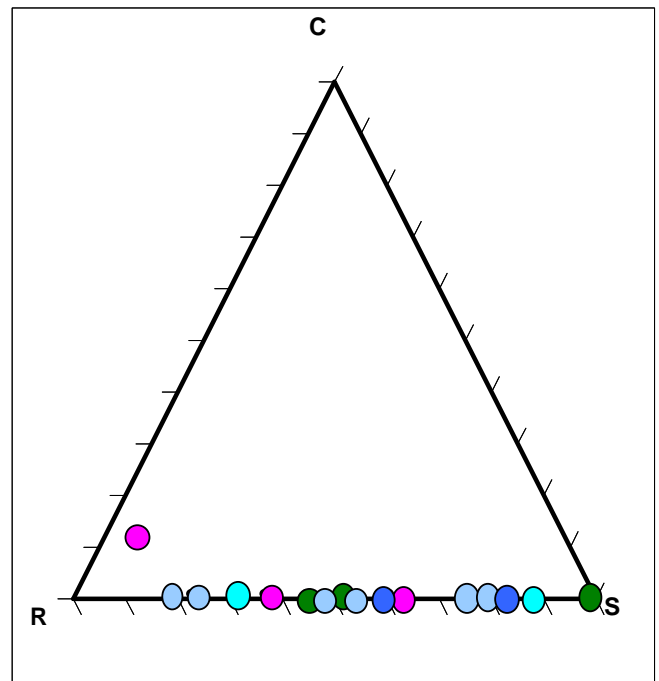
Tab/Fig. 5.3.2.4/3 Trade-off triangle dei valori C-S-R per le specie del genere *Androsace* nelle Alpi, ripartite a seconda dell'ambiente di crescita. Verde=Prateria, Giallo=Rupe, Rosso=Coltivo, Blu=Detrito. Dati da AESCHIMANN *et al.* (2004).

Osservando il grafico si nota come il tratto R sia proprio delle specie diffuse in campi coltivati e detrito, ambienti tipicamente molto disturbati. Maggiormente stress-tolleranti sono le specie di prateria: una possibile motivazione è che le vegetazioni *climax* (come le praterie a *Carex curvula* All., dove vivono *A. carnea* e *A. vitaliana*) sono ambienti stabili e stressati per il suolo povero e acido legato al sequestro di nutrienti delle specie dominanti. Le specie rupicole (come *A. helvetica* e *A. vandelli*) presentano parimenti un tratto S ben espresso, ma per motivi leggermente diversi: le rupi sono infatti ambienti molto stabili ma estremamente limitati nella disponibilità di nutrienti.

Forma Biologica

Per forma biologica (RAUNKIAER, 1934) si intende una particolare morfologia degli organi svernanti (gemme) che, con limitate variazioni, può essere riconosciuta all'interno di gruppi vegetali indipendentemente dalla loro posizione tassonomica, ma molto esplicativi per quanto riguarda la strategia di sopravvivenza evoluta. I dati sono stati desunti dalla bibliografia disponibile (PIGNATTI, 1982; AESCHIMANN *et al.*, 2004)

<i>A. alpina</i>	Ch Pulv
<i>A. brevis medie</i>	Ch Pulv
<i>A. carnea</i>	H Ros
<i>A. carnea subsp. brigantiaca</i>	H Ros
<i>A. chaixii</i>	T Ros
<i>A. chamaejasme</i>	Ch Rept
<i>A. hausmannii</i>	Ch Pulv
<i>A. helvetica</i>	Ch Pulv
<i>A. lactea</i>	Ch Suffr
<i>A. maxima</i>	T Ros
<i>A. obtusifolia</i>	H Ros
<i>A. septentrionalis</i>	T Ros
<i>A. vandelli</i>	Ch Pulv
<i>A. villosa</i>	Ch Rept
<i>A. vitaliana</i>	Ch Suffr
<i>A. wulfeniana</i>	Ch Pulv



Tab/Fig. 5.3.2.5/4 Trade-off triangle dei valori C-S-R per le specie del genere *Androsace* nelle Alpi ripartite a seconda della forma biologica. Ch = camefita; H = emicriptofita; T = terofita; Pulv = pulvinata; Ros = rosolata; Rept = reptante; Suffr = suffruticosa.. Dati da AESCHIMANN *et al.* (2004).

Apparentemente non si osserva una marcata associazione diretta tra forma biologica e strategia. È però interessante osservare come le terofite che, contrariamente alle aspettative, non presentano una strategia R pura. Conoscendo le differenze ecologiche tra le singole specie possiamo notare le probabili cause che portano le terofite ad avere anche una componente S più o meno accentuata. L'unica a rientrare nelle aspettative è *A. maxima* che presenta una vera strategia R, in accordo con la forma biologica e l'habitat di crescita, molto disturbato e produttivo (coltivi). *A. septentrionalis*, invece, presenta una notevole componente S: questo può essere spiegato dal fatto che, nell'habitat di crescita (prateria aride centro-alpine), sussistono forti condizioni stressanti, dall'inaridimento estivo al gelo invernale. *A. chaixii* è una terofita particolare, in quanto, vivendo al margini di boschi di conifere ha come fattore limitante l'ombra, il che fa probabilmente sì che la sua strategia abbia una forte componente S: da notare, inoltre, che a differenza altre terofite sciafile (es: *Melampyrum sp.*) è completamente priva di strutture emiparassitiche. La mancanza d'acqua e lo scarso irraggiamento sono quindi fattori limitanti e la forma biologica sviluppata da queste piante è un modo alternativo per superare le stagioni avverse (estati troppo calde e inverni rigidi) o la posizione sfavorevole, senza dover sviluppare una forma biologica che sia strettamente Stress-Tollerante.

5.3.3 TASSO DI GERMINAZIONE

Articolo da sottoporre

GERMINATION REQUIREMENTS OF *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces. (Primulaceae)

Federico Mangili¹, Simon Pierce², Marco Caccianiga¹

¹Department of Biosciences, University of Milano, Via Celoria 26, 20133 Milano, Italy. ; ²Dpt. of Agricultural and Environmental Sciences, University of Milan, via Celoria 2, 20133 Milan.

Corresponding Author: Federico Mangili (f.mangili@yahoo.it)

Introduction

Germination of seed is a critical stage in the life cycle of plants: from this stage depend reproductive success, persistence, and the development of population (GRUBB, 1977; GOTTFRIED *et al.*, 1999). Furthermore, high alpine habitats, largely affected by weather conditions, hosts species at their survival limits and climate change or the evolution of kenosis can heavily compromise their existence (GOTTFRIED *et al.*, 1999). Severe climate and short growth season of the high alpine environment cause high germination rate when more rapidly happens (GRIME *et al.*, 1981; KORNER, 1999): moreover, seedlings germinating in spring will have greater fitness than those emerging in other seasons (GRIME *et al.*, 1981; WASHITANI & MASUDA, 1990). One of the best adaptation for this situation is dormancy, that can be defined as prevention of germination even when suitable condition prevail in the habitat of species: this mechanism allows a species to synchronize its germination with favorable environmental conditions, to increase its probability of survival and establishment (BASKIN & BASKIN, 1998). In this study we evaluated the germination rate for the steno-endemic species *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces. This species is representative of the small and little investigated steno-endemic contingent of the siliceous substrate of the southern central – Alps (Lombardy and Tessin Canton, northern Italy and southern Switzerland): this little group of steno-endemics consists of 4 species (*A. brevis*, *Viola comollia* Massara, *Sanguisorba dodecandra* Moretti, *Phyteuma hedraianthifolium* R. Schulz). Floristic and biogeographical importance of the endemism of siliceous substrate has led to the interest shown by botanists to explain the genesis of their distribution areas (PIROLA, 1964; FUCHS-ECKERT, 1986; TRIBSCH & SCHÖENSWETTER, 2003). The case of *A. brevis* is particularly because it shows a very strange distribution for a steno-endemic species (SCHÖENSWETTER *et al.*, 2003), with 3 major disjointed areals (Western Orobian Alps, South-Eastern Lepontine Alps and South-Western Rhaetian Alps). Seed dispersion and germination is one of the most important characteristics of plant species that drive the diffusion and origin of their present range distribution: furthermore, germination requirements for native species are often unknown, particularly for rare and/or endemic species whose material is more difficult to obtain (CERABOLINI *et al.*, 2004). For this reason, objective of this study is to investigate germination requirements of *A. brevis*, *presently unknown*, through the use of gibberellic acid (GA3) to promote germination in an *ex-situ* experiment, and to perform an *in-situ* germination test.

Material and Methods

Species description and seed collection for germination-situ test

A. brevis is a high altitude light-demanding cushion plant, with an early flowering period (end of May, start of June), present above 2.000 m asl on ridges exposed on strong wind on prealpine terrigenous substrate (Mangili *et al.*, 2014). Leaves are 3-5 mm long, with short starry hair on the border and surface. Flowering stems are 2-3 fold longer than leaves. Calyx is 3,5-4,5 mm long, flowers are pink with center spotted by yellow (KÄSERMANN, 1999). The species is endemic of the south-central Alps, with two large discontinuous populations separated by Como Lake, on western Orobian Alps, and High Larian Alps (Prealps of Lugano and

eastern Lepontine) and a very little more disjointed population on south-western Rhaetian Alps, on the ridge between Codera and Masino Valley, north of the lake (SCHÖENSWETTER *et al.*, 2003; MAGNI, 2013).

A. brevis seeds for *ex-situ* germination test were collected in summer 2013 at sites located in the western, central and eastern parts of the geographical range of the species: Passo San Jorio (N 46°10'05.4" E 009°09'34.2) in High Larian Alps, Monte Rotondo (N°46°04'11.9" E 009°29'38.0") and Monte Ponteranica (N°46°01'49.8" E 009°35'59.9") in western Orobian Alps. Seeds, although mature and dry, underwent a drying treatment at room temperature to avoid damage or rotting during cold storage, and subsequently stored in darkness at 4 °C until March 2014, when germination tests were performed. A hundred seeds were separated to determine mean seed weight. For *in-situ* germination test we collected in the same period 150 seeds from *A. brevis* population of Monte Ponteranica, on mountain ridge at 2.290 m.a.s.l.m., and placed in autumn 2013 three groups of 50 seeds in proximity of *A. brevis* cushions of the same population. *In-situ* test was monitored at the beginning of spring 2014

Sterile germination test and the influence of Gibberellic acid (GA₃)

Seeds of *A. brevis* were surface sterilized in 4% sodium hypochlorite solution containing a few drops of the surfactant Tween for 10 minutes and then rinsed three times with sterile distilled water, and transferred to a basal culture medium. The basal culture medium consisted of Malmgren's orchid medium (MALMGREN, 1996; detailed in PIERCE *et al.*, 2010) also used in other germination test on steno-endemic species of northern Italy with success (Cerabolini *et al.*, 2004). Basal culture medium containing 6 g L⁻¹ agar, 0.5 g L⁻¹ activated charcoal powder, 10 g L⁻¹ sucrose, 75 mg L⁻¹ MgSO₄ · 7H₂O, 75 mg L⁻¹ (Ca)₃PO₄, 75 mg L⁻¹ KH₂PO₄, 100 mg L⁻¹ NH₄NO₃, 150 mg L⁻¹ NH₄H₂PO₄, modified to exclude amino acids. The pH of medium was adjusted to 5.8 using 0.1N NaOH or HCL immediately prior to autoclaving at 0.1 MPa and 121°C for 20 min. Basal growth medium now was divided into three stock for add gibberellin acid (GA₃): one stock (control) with no addition of GA₃, one stock with addition of 100 ppm, and one with 250 ppm. GA₃ was added to sterilized basal growth medium when this had cooled to 65°C (the temperature of the growth medium within conical flasks was measured from a distance of approximately 3 cm using an infrared thermometer), because phytohormones can lose some activity following heat treatment. Then filter sterilization was used, in which 20 ml of all three stock hormone solution was forced from a 100 ml syringe through a cellulose acetate syringe-filter with a pore diameter of 0.2 µm (Permax s.r.l.; Treviglio (BG), Italy) into the sterile autoclaved basal culture medium. Then the three different GA₃ concentration medium was poured into 5 cm-diameter Petri dishes. For each Petri dish (54) we put 20 seeds, after scarification with NH₃ for 10 min and then rinsed several times with tap water. Following sowing, half of Petri dishes were placed in a growth chamber (Snijders Economic Deluxe; Thermo-Lab, Codogno (LO), Italy) at the following day conditions: 12 hours with light (20 W cool white fluorescent lamps) at 20°C and 12 hours with dark at 10°C. The other half of petri was placed into the same growth chamber stacked, with double-wrapped in aluminum foil (all time in dark conditions). Once a week at the beginning and, after the first germination, only ten days after, Petri dishes were removed and checked qualitatively for the presence of germinated seeds. The position of Petri dishes within the growth chamber was then re-randomized to minimize the possible effects of local temperature variation. Germination was defined as the presence of a swollen embryo emerging from a split seed coat. Final germination percentage was quantified for each treatment when no further germination was observed, attained after approximately two months and half.

Statistics

Proportional germination data were arcsine transformed, while count data were reciprocal transformed in order to normalize data prior to statistical analysis. Analysis was conducted with Statistics Systat 12 statistical software (SPSS Inc., Chicago, USA) to perform two-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's multiple

comparison procedure to compare means between different treatments; Standard errors of proportion data were calculated via the method of FOWLER *et al.* (1998). To describe the dynamics of germination, the Weibull function (WEIBULL, 1951; JOHNSON & KOTZ, 1970) was fitted to cumulative germination data (being the most appropriate function to describe germination dynamics; BROWN & MAYER, 1988).

Results

	GA ₃ Concentration	Final germination (mean % ±SE)
DARK (20/10 °C; 12/12 h)	0	23.5 ± 6,0
	100	55.5 ± 6,5
	250	73.1 ± 4,4
LIGHT (20/10 °C; 12/12 h)	0	10.02 ± 5,65
	100	36.7 ± 5,6
	250	47.6 ± 7,1

Tab. 1. Final germination (mean % ± SE) of *A. brevis* seeds for the different treatment series (n=9).

The mean weight of *A. brevis* seeds was 0.0021 ± 0.001 g/seed. The best level of germination was obtained in dark condition with 250 ppm GA₃ concentration: in this case germination rate exceeded 70%. Germination rate in dark condition was always higher than in light condition, and especially interesting was germination rate when GA₃ concentration is 0 (like in natural conditions): in this case, germination rate increased from 10,02 % in light to 23.5 % in darkness (Tab. 1).

In the *in-situ* germination test, after one year, we observed only 3 little rosettes from the 150 seed sowed (4.5 %).

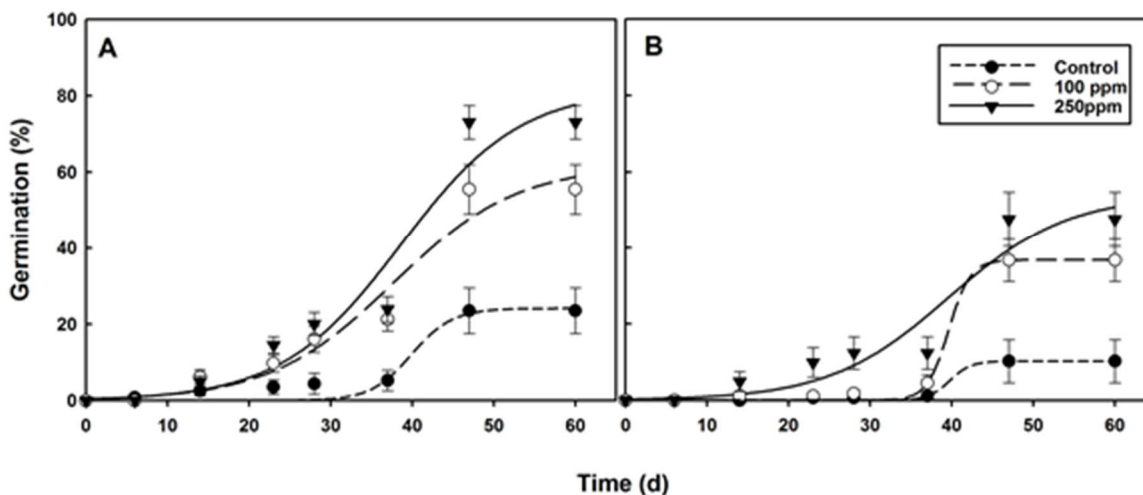


Fig. 2. Cumulative percentages for *A. brevis* seeds from the different hormone treatment series incubated in darkness (A) and with photoperiod 12h light/12h dark (B).

Discussion

Many mountain species are non-dormant (BASKIN & BASKIN, 1998) but remain quiescent, as the growth period is too short to allow germination directly after dispersal (WASHITANI & MASUDA, 1990). Physiological dormancy is the most common form, found in seeds of gymnosperms and all angiosperm clades; it is the most prevalent form of dormancy in temperate zone seed banks (BASKIN & BASKIN, 1998;2004). GA₃ treatment has been used to over-come low seed germinability in many plant species: BIAŁECKA & KĘPCZYŃSKI (2010), suggesting that the fresh seeds may be physiologically dormant. Such a dormancy mechanism may play an important role in preventing premature germination during summer or early autumn before conditions are suitable for plant growth (BELL *et al.*, 1993). In our study, preliminary scarification of *A. brevis* seeds gave a low germination rate (< 25%) without GA₃ (Tab. 1), further indicating that its dormancy type is physiological. There are few investigations of the germination ecology of alpine plants, and the factors and mechanisms regulating germination in alpine habitats are poorly known (BASKIN & BASKIN, 1998).

FACTOR	SS	DF	MEAN SQUARES	F-RATIO	P-VALUE
LIGHT-DARK	0.556	1	0.556	15.028	<0.0001
HORMONE	1.850	2	0.925	24.997	<0.0001
LIGHT- HORMONE	0.012	2	0.006	0.162	0.851
ERROR	1.221	33	0.037	-	-

Tab. 2. Two-way ANOVA results for arcsine-transformed germination percentage of *A. brevis* seeds in darkness-light condition, hormone-light condition, and with hormone adding.

Darkness favored *A. brevis* seed germination (Tab. 1, Tab. 2). Presence of different concentration of hormone increased germination ratio (Tab. 2). Presence of light and hormone at the same time is not significant to improve germination ratio (Tab. 2). WESCHE *et al.* (2006) found that 26% of the seeds of *Androsace maxima*, an annual species that grows on agriculture field of Europe, germinated under light conditions. *A. brevis* did not germinate well under light, like *A. villosa* (ARSLAN *et al.*, 2011), a species distributed on limestone or screes or cliffs of rocky or turfey slopes and hilltops on the mountain from Spain to Turkey (with many gaps). Increased germination in the absence of light could favor seeds that fall into cracks or crevices in the rocks, a common situation in *A. brevis* habitat. Seeds that reach a rock crevice would have a greater chance of germinating, and would do so more rapidly (in view of the absence of light), and seedlings growing at such microsites would be subject to less herbivory and less competition from other plant species than seedlings growing in the soil (NAVARRO & GUITIÁN, 2003). It is interesting that high germinability in darkness has also been reported in other species of Primulaceae family, like the cited *A. presently* extinct in the wild (ROSELLO & MAYOL, 2002). Given the very low germination rate of *A. brevis* test *in situ* our data on *A. brevis* germination *ex-situ* could result useful in developing strategies for restoring and conserving this steno-endemic species with very narrow distribution range, evaluated as VU (vulnerable) by the IUCN (MANGILI *et al.*, 2014).

References

AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT J.-P., 2004. *Flora alpina*. Ed. Zanichelli.

- ARSLAN H., KIRMIZI S., GÜLERYÜZ G., SELCEN SAKAR F. 2011. *Germination requirements of Androsace villosa L. (Primulaceae)*. Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica 53/2: 32–36.
- BASKIN C., BASKIN J. 1998. *Seeds*. Academic Press, London.
- BASKIN J., BASKIN C. 2004. *A classification system for seed dormancy*. Seed Science Research 14: 1–16
- BELL D.T., PLUMMER J.A., TAYLOR S.K. 1993. *Seed germination ecology in southwestern Western Australia*. Botanical Review 59: 24–73.
- Białecka B., Kępczyński J. 2010. *Germination, α - and β -amylase and total dehydrogenase activities of *Amaranthus caudatus* seeds under water stress in the presence of ethephon or gibberellin A₃*. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 52(1): 7–12.
- BROWN, R.F., MAYER, D.G. 1988. *Representing cumulative germination. 1. A critical analysis of single-value germination indices*. Annals of Botany 61:117-125.
- CERABOLINI B., DE ANDREIS R., CERIANI R. M., PIERCE S., RAIMONDI B. 2004. *Seed germination and conservation of endangered species from the Italian Alps: *Physoplexis comosa* and *Primula glaucescens**. Biological conservation 117: 351-356.
- FOWLER J, COHEN L, JARVIS P. 1998. *Practical statistics for field biology*. Chichester: John Wiley.
- FUCHS-ECKERT H.P. 1986. *La Viola di Comolli*. Not. Banca Popolare di Sondrio, 41:98-107.
- GOTTFRIED M., PAULI H., REITER K., GRABHERR G. 1999. *A fine scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming*. Diversity and Distributions 5: 241–51.
- GRIME J.P., MASON G., CURTIS A.V., RODMAN J., BAND S.R., MOWFORTH M., NEAL A.M., SHAW S. 1981. *A comparative study of germination characteristics in a local flora*. Journal of Ecology 69: 1017–1059.
- GRUBB P.J. 1977. *The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche*. Biological Reviews 52: 107–145.
- JOHNSON N.L., KOTZ S. 1970. *Continuous univariate distribution. Vol. 1*. New York, John Wiley.
- KARLSSON L.M., TAMADO T., MILBERG P. 2008. *Inter-species comparison of seed dormancy and germination of six annual Asteraceae weeds in an ecological context*. Seed Science Research 18: 35–45.
- KÄSERMANN C., MOSER D., 1999 – *Fiches pratiques pour la conservation : plantes à fleurs et fougères*. Etat: octobre 1999. Office Fédéral Environnement, Forêts et Paysage (OFEFP), Bern.
- KÖRNER C. 1999. *Alpine Plant Life*. 2nd ed., Springer-Verlag,
- MALMGREN S. 1996. *Orchid propagation: Theory and practice*. In: Allen C, editor. *North American native terrestrial orchids: Propagation and production*. Proceedings of the North American Native Terrestrial Orchid Conference, German- town, MD, USA. pp. 63–71.
- MANGILI F., TAMPUCCI D., CACCIANIGA M., 2014. *Androsace brevis (Hegetschw.) Cesati* In: *Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica Italiana*. Informatore Botanico Italiano, 46 (1) 97- 100, 2014.
- MARTINI F., BONA E., FEDERICI G., FENAROLI F. PERICO G., 2012. *Flora Vascolare della Lombardia Centro-Orientale*. Lint editoriale.
- MAGNI C., 2013. *Androsace brevis (Hegetschw.) Cesati*. Acta Plantarum Notes, collana di esplorazioni e notizie sulla flora del territorio italiano, Vol. 1, ed. Araba Fenice, aprile 2013.

- NAVARRO L., GUITIÁN J. 2003. *Seed germination and seedling survival of two threatened endemic species of the north-west Iberian peninsula*. *Biological Conservation* 109:313–320.
- PIERCE S., FERRARIO A., CERABOLINI B. 2010. *Outbreeding and asymbiotic germination in the conservation of the endangered Italian endemic orchid *Ophrys benacensis**. *Plant Biosystems*, Vol. 144, No. 1: 121-127
- PIROLA A. 1964. *Ricerche su *Sanguisorba dodecandra* Moretti*. *Atti Ist. Bot. Lab. Crittog. Univ. Pavia*, ser. 5, 21:69-99.
- ROSELLO J.A., MAYOL M. 2002. *Seed germination and reproductive features of *Lysimachia minoricensis* (Primulaceae), a wild extinct plant*. *Annals of Botany* 89: 559–562.
- SCHÖNSWETTER P., TRIBSCH A., SCHNEEWEISS G. M. & Nikfeld H., 2003. *Disjunction in relict alpine plants: phylogeography of *Androsace brevis* and *A. wulfeniana* (Primulaceae)*. *J. Linn. Soc. Bot.*, 141 : 437-466.
- SPSS, 2000. SYSTAT 10 for Windows: Statistics. SPSS Inc, Chicago.
- WASHITANI I., MASUDA M. 1990. *A comparative study of the germination characteristics of seeds from a moist tall grassland community*. *Functional Ecology* 4, 543–557
- WEIBULL, W., 1951. *A statistical distribution function of wide applicability*. *Journal of Applied Mechanics* 18, 293–297.
- WESCHE K., PIETSCH M., RONNENBERG K., UNDRAKH R., HENSEN I. 2006. *Germination of fresh and frost-treated seeds from dry central Asian steppes*. *Seed Science Research* 16: 123–136.
- TRIBSCH A., SCHÖNSWETTER P. 2003. *Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm palaeo-environmental evidence for Pleistocene refugia in the Eastern Alps*. *Taxon*, 52: 477-497

5.4 SINECOLOGIA

Articolo da sottoporre

PHYTOSOCIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF COMMUNITIES WITH THE ENDEMIC *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., PRIMULACEAE

Federico Mangili, Duccio Tampucci, Marco Caccianiga

Department of Biosciences, University of Milano, Via Celoria 26, 20133 Milano, Italy.

Corresponding Author: Federico Mangili (federico.mangili@unimi.it)

Introduction

Androsace brevis (Hegetschw.) Ces. is a steno-endemic species with a narrow distribution on the highest mountain around the Como Lake, in the eastern Prealps of Lugano, Lepontine Alps, western Orobian Alps and souther-western Rhaetian Alps (Aeschimann et al., 2004). This area in the central-southern Alps is one of the most rich in steno-endemic species of all the alpine chain (Aeschimann et al., 2004). The largest number of this steno-endemic species is concentrated calcareous and dolomitic outcrops, a well known area in terms of flora (MARTINI et al., 2012) and vegetation (FENAROLI, 1956; SUTTER, 1962; GERDOL & PICCOLI, 1980; ANDREIS et al., 1991; RAVAZZI, 1992, 1996; ANTONIETTI, 1996; ARMIRAGLIO et al., 2000; BRUSA & RAIMONDI, 2003). Specific studies have been carried out on the relation between steno-endemic species and vegetation (REISIGL, 1996) or about community of a particularly steno-endemic species like *Campanula elatinooides* Moretti (ARIETTI et al., 1955; FERLINGHETTI & CALVI, 1985) or *Primula glaucescens* Moretti (Ravazzi & Ferlinghetti, 1986). In contrast with the high steno-endemic richness of the insubrian carbonatic outcrop, siliceous pre-alpine rocks located immediately north host only four steno-endemic species: *Sanguisorba dodecandra* Moretti, *Viola comollia* Massara, *Phyteuma hedraianthifolium* R. Schulz and *A. brevis*. This little group of species, due to their distribution, characterized by large gap, have always attracted the researcher for many reason, in particular to try to explain their origins (PROVASI, 1922; PIROLA, 1964; FUCHS-ECKERT, 1986; SCHÖENSWETTER et al., 2003; TRIBSCH & SCHÖENSWETTER, 2003). About phytosociological studies the communities where *S. dodecandra* live have been studied by PIROLA & CREDARO (1979) and PAROLO (2004), In spite of the interest raised by these species, no phytosociological characterization of communities with *A. brevis* are available: only KÄSERMANN (1999) and Aeschimann et al. (2004), placed this species in the *Androsacion vandelli* Br.-Bl. et Jenny 1926. The arrangement of *A. brevis* in this alliance, characteristic of siliceous vertical or sub-vertical rocks, appear in contrast with the ecology of species, that prefers mountain ridges exposed to wind with vegetation clumps (PROVASI, 1922; VALOTI, 1993; MANGILI et al., 2014), rather than vertical and sub-vertical rocks. CACCIANIGA et al. (2000) studied the vegetation of the highest ridge of the Orobian Alps, but their study did not include the western portion of orobian chain, where *A. brevis* grow. In the present work we aim to outline the phytosociological context of *A. brevis*, to verify its belonging to *Androsacion vandelli* and its homogeneity throughout its distribution range.

Study species

Androsace brevis is a high altitude light-demanding cushion plant, with an early flowering period (end of May-early June), occurring above 2.000 m asl on ridges exposed on strong wind on prealpine terrigenous substrate (MANGILI et al., 2015). Leaves are 3-5 mm long, with short starry hair on the border and surface. Flowering stem are 2-3 times longer than leaf. Calyx 3,5-4,5 mm long, flower pink with center spotted by yellow (KÄSERMANN, 1999). The species is endemic of the South Central Alps, with two large discontinuous populations separated by lake of Como, on western Orobian Alps, and Prealps of Lugano eastern Lepontine Alps (High Lario Alps) respectively; third very little disjointed population occurs on south-western Rhaetian Alps, on ridge between Codera and Masino Valley, north of the lake (Schoenswetter et al., 2003; Magni, 2013).

Study areas

The analyzed areas involved all known sites where *A. brevis* is reported by literature (Cesati, 1848; Artaria, 1893; Provasi, 1922-1925; Chenevard, 1914; Becherer, 1969; Valoti, 1993; Ferranti, 1997; Schoenswetter et

al., 2003; Martini *et al.*, 2012). Study areas can be distinguish into three sector: western orobian Alps, prealps of Lugano and southern lepontine Alps ("High Larian Alps") and southwestern rhaetian Alps (Marazzi 2005). These sectors are part of two different floristic context (Blasi *et al.*, 2015): northwestern Alps (prealps of Lugano and southern lepontine Alps) and northeastern Alps (southwestern rhaetian Alps and western orobian Alps).

In the Prealps of Lugano, research involved the chain Gino – Camoghè - Fiorina, , on ridges between 2000 and 2245 m.a.s.l. on metamorphic substrate (Borioni *et al.*, 1982-1983). In the southern lepontine Alps research involved the chain Mesolcina, sub-chain of Piz della Forcola – Pizzo Paglia (I/B-10.III-D,10 in Marazzi, 2005) on ridge between 2000 and 2545 m.a.s.l.. In the western orobian Alps research involved the ridge between 2000 and 2612 m.a.s.l. of chain Corno Stella – Tre Signori – Legnone. In the southwestern rhaetian Alps research involved the group of monte Castello, with particular attention in the site where *A. brevis* is reported by SCHOENSWETTER *et al.*, 2003, in the high Masino Valley, from 2000 to 2950 m.a.s.l. All the study areas, in terms of geology, is dominated by siliceous metamorphic rocks (JADOUL *et al.*, 2002; SERRA, 2003) with the exception of Rhaetian Alps where the lithotypes are dominated by granites (BONSIGNORE *et al.*, 1970).

Methods

Data were collected from June 2012 to September 2014. 49 vegetation relèves of 20 m² were performed by phytosociological method with the Braun-Blanquet scale as modified by Pignatti (PIGNATTI, 1976). The relèves was performed in every site (ridge above 2000 m.a.s.l.m. expose to the wind) where *A. brevis* was found, covering the whole range distribution of the species.. Plant communities were compared by cluster analysis based on a matrix obtained by the conversion of cover indices into numericals values following VAN DER MAAREL (1979). Chord distance with the criteria of minimum increments of variance were used. The conventional dissimilarity value of 0,75 was assumed as lower threshold for the admission of an association, according to MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974). Species relative frequencies were calculated and gathered in 5 frequency classes with resolution of 20%. The nomenclature follows AESCHIMANN *et al.* (2004) for species and GRABHERR & MUCINA (1993) for syntaxa. The phytosociological interpretation generally agrees with GRABHERR & MUCINA (1993) with adjustment from THEURILLAT (1996) and BLASI (2009) and for local peculiarity from CACCIANIGA *et al.* (2000). A weighted spectrum of life form was calculated for each community detected by cluster using data by LANDOLT *et al.* (2010).

Results

We identified 90 vascular plant species. It was possible to describe five clusters with dissimilarity index > 0,75. The main dichotomy detected by cluster analysis was the one between the majority of High Lario Alps sites, and the remaining sites; this first cluster is very homogeneous, characterized by sites located on smooth ridges with few rocks enclose in grassland. The other cluster detected was formed by relèves from Rhaetian Alps and western Orobian Alps, with few relèves from the High Lario Alps. Within this cluster, the dendrogram separated one group including the highest relevés from Rhaetian Alps and western Orobian Alps, one group including only relevés from western Orobian Alps, an two groups with mixed relèves from western Orobian Alps and High Lario Alps. A clear split between two type of ridges could be observed: one with gentler profile with patches of *Festuca scabriculumis* ssp. *luedii* Markgr., and one with more rock outcrops and lower graminoid cover..

Data are reported in the synoptic table and in the analytic table (see the appendix)

Cluster 1.1: ridge with patches of *Carex curvula* grasslands of the inner Alps

The ridges with *A. brevis* of Rhaetian Alps (Masino Valley) and the highest site of the Orobian Alps (Legnone and Bocchetta d'Inferno) is colonized by a fragmented alpine grassland dominated by *Carex curvula*, *Festuca halleri*, *Senecio incanus* aggr., *Avenula versicolor*, and *Phyteuma globularifolium*, with a little group of low-covering species like *Silene acaulis* and *Luzula lutea*. This community can be attributed to the alliance *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1948. This alliance is widespread in the inner Alps (Theurillat, 1996), like the Masino Valley site (relèves 44,45,46) while is much less developed in the external Alpine chain (Caccianiga *et al.*, 2000); this pattern is confirmed by the presence of only 2 relèves from Orobian Alps (relèves 42,43). The elements of *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1948 outnumber in terms of frequency, number and cover those of *Androsacion vandelli* Br.-Bl. et Jenny 1926, with only *Eritrichium nanum* and *Sempervivum montanum* occurring within frequency class III.

Cluster 1.2: “ridge and slope” communities of western Orobian Alps

This cluster includes only relevés from western Orobian Alps (relevés 16,17,18,24,29,31), on ridges with very fragmented clumps of vegetation. In this site *A. brevis* grows mainly in association with *Carex curvula*, *Juncus trifidus*, *Primula hirsuta*, *Trifolium alpinum*, *Vaccinium gaultherioides*, *Silene acaulis* and *Avenula versicolor*, with a heterogeneous group of low-cover species, like *Phyteuma hedraianthifolium*, *Pedicularis kernerii*, *Gentiana alpina*, *Carex sempervirens*, *Festuca scabriculumis* ssp. *luedii*, and, exclusive of this cluster, *Gentianella anisodonta*. Elements of *Caricetalia* and *Caricetea curvulae* are highly represented, while *Androsacion vandellii* is represented only by *P. hirsuta*. The absence of species like *Festuca halleri* and *Phyteuma globulariifolium*, typical of inner alpine chain *Caricion curvulae* alliance (Theurillat, 1996) not allow to include these communities into this alliance. The best placement is into a western variant of “ridge and slope communities” described by CACCIANIGA *et al.* (2000) by the ridge of central and eastern Orobian Alps, that present a similar inventory of characteristic taxa, with the exception of *Primula daonensis* and *Gentiana kochiana*, substituted by *A. brevis* and *Gentiana alpina* and the remarkable absence of *Oreochloa disticha*.

Cluster 1.3: ridge with patches of *Festuca varia* aggr.

Grassland dominated by *Festuca scabriculumis* ssp. *luedii* have widespread distribution on slopes under the low-altitude ridges where *A. brevis* grow in the High Larian Alps and western Orobian Alps. Occasionally, patch of this grassland can reach the ridge, where formed a not well developed form where *A. brevis* can successfully live. This situation is well represented in the western Orobian Alps (relevés 12,14,15,27) even in the High Larian Alps (relevés 36,39,47,48,49) where this communities with *A. brevis* is characterized by the sporadic presence of *Carex curvula* (dominant grass in the clusters before) and the main presence of *Festuca scabriculumis* ssp. *luedii*, in association with typical taxa from *Caricetalia* and *Caricetea curvulae* like *Avenula versicolor*, *Juncus trifidus*, *Silene acaulis*: this species substitute characteristic taxa of typical *Festuca scabriculumis* ssp. *luedii* grassland of south-exposed slope (*Festucion variae* Guinocet 1938), only represented by *Bupleurum stellatum* and *Phyteuma hemisphaericum* however with low frequency. Elements of *Androsacion vandellii* Br.-Bl. et Jenny 1926 is sporadic and with low frequency, with *Sempervivum montanum*, *Saxifraga bryoides* and *Erigeron uniflorus* recognized respectively in only one relevés, with only *Primula hirsuta* with frequency more on 20%.

Cluster 1.4: rocky ridge community

This cluster includes mainly relevés from western Orobian Alps (relevés 7,8,9,10,11,25,26,28,32,33), and to a lesser extent from High Lario Alps (relevés 19,20,21). Here *A. brevis* grows in rugged ridges with many rocky outcrops, where lithophilous species are predominant above grassland patches. Communities with *A. brevis* host characteristic taxa of *Androsacion vandellii* Br.-Bl. et Jenny 1926 like *Primula hirsuta*, *Erigeron uniflorus* and other lithophilous species like *Saxifraga paniculata* and *Phyteuma hedraianthifolium*. However, a little number of taxa by *Caricetalia* and *Caricetea curvulae* is always present with a sporadic occurrence of *Carex curvula*, with high frequency of *Avenula versicolor* and *Silene acaulis*.

Cluster 2.1: smooth ridge of High Larian Alps

This cluster includes mostly relevés from High Lario Alps (1,2,3,4,5,6,22,23,34,35,37) with only two from the Orobian Alps (13,30). The mean altitude of relevés of this cluster is the lowest and reflects a particular ridge morphology, with low inclination, smooth profile and high cover of continuous grassland with only few and small rocky outcrops. *Nardus stricta* and *Poa alpina*, have widespread distribution, and show high cover index also on the top, where *A. brevis* grows on the small rocks rising from the grasslands or on debris colonized by graminoids. This community probably belongs to a low altitude grazed form of *Caricion curvulae*, where few characteristic species like *Silene acaulis*, *Carex curvula* grow in association with taxa of sub-association *nardetosum strictae* (THEURILLAT, 1996) or *Nardion strictae* Br.-Bl. 1926 like *Nardus stricta*, *Poa alpina*, *Leontodon helveticus*, *Trifolium alpinum*, *Carex sempervirens* and the W-Alpon *Gentiana alpina* replacing *G. acaulis*. Elements of *Androsacion vandellii* Br.-Bl. et Jenny 1926 are very few represented in this cluster, with no taxa in frequency class above 40%.

Discussion

Cluster analysis realized on 49 relevés in all the known site where *A. brevis* is reported can be exhaustive to assess the syntaxonomical attribution of this species. Phytosociological characterization of the obtained clusters are always set into *Caricetea* and *Caricetalia curvulae*, with high number and frequency of taxa of

Caricion curvulae Br.-Bl., 1948. Only cluster 1.4. shows a difficult phytosociological attribution, because of its mixture of lithophilous taxa of *Androsacion vandellii* Br.-Bl. et Jenny 1926 with patch of grasslands of *Caricion curvulae* Br.-Bl., 1948. Only in 13 out of 49 site *A. brevis* grows in a clearly lithophilous association on rocks with few clumps of grass vegetation. Character species of *Asplenieta trichomanis*, *Androsacetalia* and *Androsacion vandelli* are few represented in the clusters in term of frequency, with only *Primula hirsuta* and *Erigeron uniflorus* well represented and only in cluster 1.4.. In contrast, character taxa from *Caricetalia*, *Caricetea* and *Caricion curvulae* are well represented in all the clusters.). For this reason, we propose to put communities with *A. brevis* into the *Caricion curvulae* alliance, instead of *Androsacion vandellii* Br.-Bl. et Jenny 1926. However, character species of inner alpine grassland of *Caricion curvulae*, like *Festuca halleri* and *Phyteuma globulariifolium* (Theurillat, 1996) are recorded with high frequencies only for Rhaetian sector of *A. brevis* distribution. Higher affinities, particularly for cluster 1.2, can be found with the “ridge and slope” communities described for eastern and central Orobian Alps by Caccianiga *et al.* (2000); the communities reported here can represent a western form characterized by the replacement of *Primula daonensis* and *Gentiana kochiana* with *A. brevis* and *Gentiana alpina*, and the absence of *Oreochloa disticha*. Furthermore, the weighted life-form spectrum (figure X) shows that the *A. brevis* communities are always dominated by hemicryptophytes, even in cluster 1.4, while chamaephytes are always subordinate, confirming the attribution to a grassland alliance like *Caricion curvulae*.

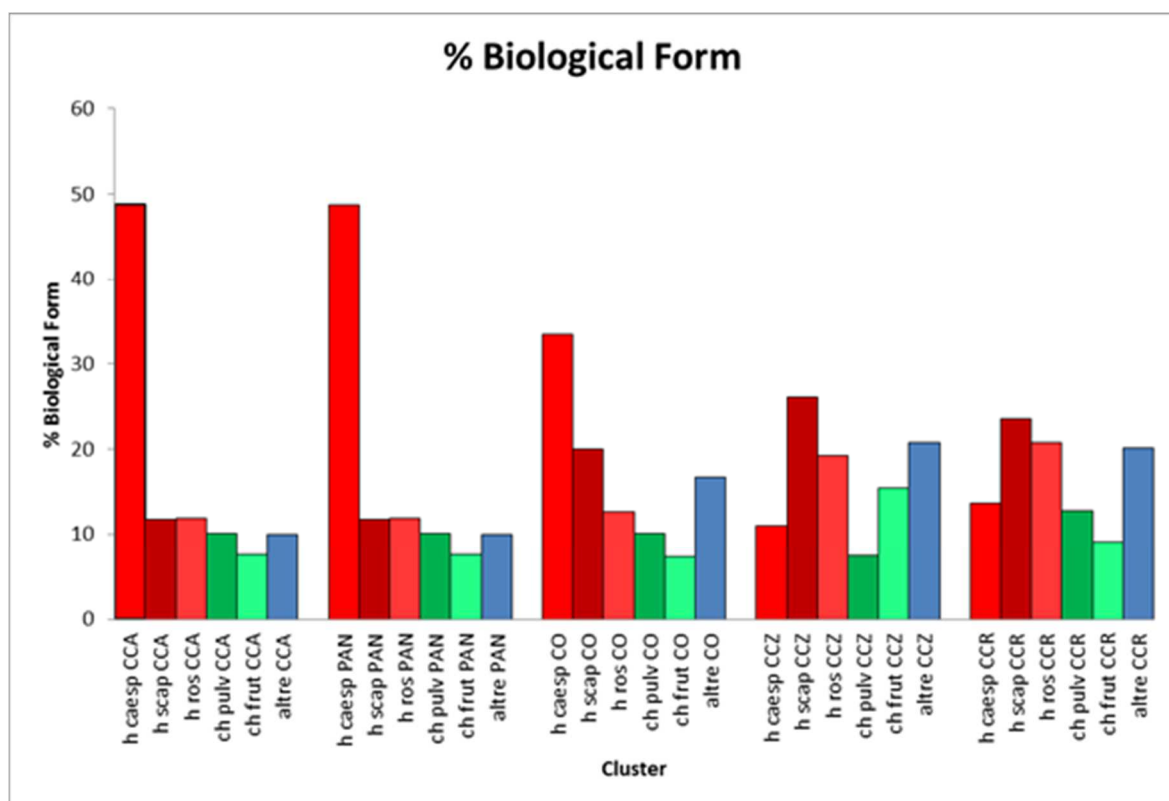


Fig. 1: weighted biological spectrum of communities detected by cluster analysis. The % of emicryptophytes (caespitosus and scaposus, “h caesp” and “h scap”) is always in front of chamaephytes taxa, as is expected for a grassland communities. CCA = ridge with patches of *Carex curvula* grasslands of the inner Alps; PAN = smooth ridge of High Larian Alps; CO = “ridge and slope” communities of western Orobian Alps; CCZ= ridge with patches of *Festuca varia* aggr.; CCR= rocky ridge community

Concerning geographical variability of *A. brevis* communities, cluster analysis clearly maintained a geographical gradient, with cluster 1.1 including all the relèves from Rhaetian Alps, cluster 1.2 constituted entirely by relèves from western Orobian Alps, cluster 1.4 mostly from western Orobian Alps (whit only 3 out of 13 relèves from High Larian Alps) and cluster 2.1 mostly composed by relevés from High Larian Alps. Cluster 1.3 is the only formed by a mix of relèves from 2 different sectors (4 relèves from western Orobian Alps and 5 from High Larian Alps). The overall geographic distribution of communities with *A. brevis* can be summarized as follows.

- **Rhaetian Alps:** the species prefer ridge, or, occasionally, isolated block at high altitude (over 2.500 m.a.s.l.m.), like the site near Rifugio Gianetti, with patch of *Carex curvula* grasslands with composition very close to the typical *Caricion curvulae* of the inner Alps (cluster 1.1);
- **Western Orobian Alps:** *A. brevis* grows in rocky, patchy grasslands close to the “ridge and slope” communities (Caccianiga et al., 2000) and, were the geomorphological assessment of the ridge cannot allow the establishment of this association, in a clearly lithophylous community on rocky outcrop on the ridge (cluster 1.2 and 1.4);
- **High Lario Alps:** most of *A. brevis* site in this sector are placed on ridges characterized by smooth profile (cluster 2.1) with low inclination at low altitude (< 2.200 m a.s.l.m.), hosting grazed grasslands with charactertaxa of *Nardion strictae* Br.-Bl. 1926.

Syntaxonomical prospect

Caricetea curvulae Br. Bl. 1948

Caricetalia curvulae Br. Bl. in Br. Bl. et Jenny 1926

Caricetum curvulae Rübél 1911

nardetosum strictae Theurillat 1996

Asplenietea trichomanis Br. Bl. in Meyer e Br. Bl. 1934

Androsacetalia vandelli Br. Bl. 1934

Androsacion vandelli Br. Bl. 1926

REFERENCES

- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M. & THEURILLAT J., 2004. *Flora Alpina*. Zanichelli
- ANDREIS C., CERABOLINI B., VISCONTI G., 1991. *Colonizzazione dei detriti di falda su substrati carbonatici nell'orizzonte collinare-submontano (Prealpi Bergamasche)*. Giorn. Bot. Ital., n. 126(2): 440.
- ANTONIETTI A., 1996. *Die basiphilen buchenwalder der lombardischen kalkvoralpen im vergleich zu denjenigen des Monte Baldo*. Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Archeol., St., Sc. Nat, suppl II, vol. 11 (1995): 121-148.
- ARIETTI N., FENAROLI L., GIACOMINI V., 1955. *Saggio sulla distribuzione ecologica e variabilità della Campanula elatinoidea Moretti, endemismo insubrico*. Quaderno Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia, n. (5)2: 1-61.
- ARMIRAGLIO S., RAVAZZI C., ANDREIS C., 2000. *Le formazioni Carex firma delle Prealpi Lombarde: ecologia e sintassonomia*. Atti 36° Congresso della SIFs, Milano, 14-15 settembre 2000.
- ARTARIA F.A., 1893. *Note critiche sulla Androsaces Charpentieri Heer*. Malpighia, 7: 465-469.
- BECHERER A., 1969. *Zur Entdeckung von Androsace brevis (Hegetschw.) Cesati auf den Camoghè (Tessin)*. Ber. Schweiz Bot. Ges. 79: 346-348.
- BLASI C., CAPOTORTI G., COPIZ R., GUIDA D., MOLLO B., SMIRAGLIA D. & ZAVATTERO R., 2015. *Classification and mapping of the ecoregions of Italy*. Plant Biosystems, Vol. 148, No. 6, 1255-1345.
- BONSIGNORE G., BRAVI C.E., NANGERONI G. & RAGNI U., 1970. *La geologia del territorio della provincia di Sondrio*. Sondrio. Ed. Amministrazione Provinciale di Sondrio, 126 pp.
- BORIANI A., GIOBBI ORIGONI E. & DEL MORO A., 1982-83. *Composition, level of intrusion and age of the “Serie dei Laghi” orthogneisses (Northern Italy - Ticino, Switzerland)*. Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol., 38 (1): 191-205.
- BRUSA G., RAIMONDI B., 2003. *Rupi calcaree nel Parco Campo dei Fiori (VA): caratterizzazione floristico-vegetazionale e criteri di gestione*. Quaderni del Parco Monte Barro, n. 6: 53-58.

- CACCIANIGA M., ARMIRAGLIO S., ANDREIS C., 2000. *Le formazioni con Carex curvula e i microarbusteti a Loiseleuria procumbens del versante meridionale delle Alpi Orobie*. Fitosociologia 37 (1) 21-38.
- CESATI V., 1848. *Saggio sulla Geografia botanica e sulla Flora di Lombardia*. Gior. I. R. Ist. Lomb. Sc. Lett. Arti (n.s.) 1: 1-34.
- CHENEVARD P., 1914. *Contributions à la flore des Préalpes bergamasques*. Annuaire du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève, 18me et 19me Années (1914 et 1915): 129-192 (1-64).
- FENAROLI L., 1956. *Lineamenti e caratteristiche della vegetazione e della flora delle Alpi Orobie*. Monti & Boschi, 7: 103-113.
- FERLINGHETTI R., CALVI R., 1985. *Nuova stazione di Campanula elatinoidea Moretti. Note geomorfologiche e vegetazionali*. Rivista Mus. Civico Sci. Nat. E. Caffi, 9:141-146.
- FERRANTI R., 1997. *Nuove segnalazioni floristiche per la provincia di Sondrio (Lombardia, Italia settentrionale)*. Il Naturalista Valtellinese - Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Morbegno, 8: 3-41.
- FUCHS-ECKERT H. P., 1986. *La Viola di Comolli*. Not. Banca Popolare Sondrio, 59: 100-113.
- GERDOL R., PICCOLI F., 1980. *Inquadramento fitosociologico e valutazione ecologica delle formazioni prative montane del Monte Baldo*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., n. 56: 101-133.
- GRABHERR G. & MUCINA L., 1993. *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. Teil II - Gustav Fischer Verlag, Jena.
- JADOUL F., FORCELLA F., 2000. *Carta Geologica della Provincia di Bergamo*. Servizio Territorio della Provincia di Bergamo, Dipartimento di scienze della terra dell'Università degli Studi di Milano, Centro di studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR.
- KÄSERMANN C., 1999. *Androsace brevis*. Fiches pratiques pour la conservation: plantes à fleurs et fougères. Etat: octobre 1999. Office Fédéral Environnement, Forêts et Paysage (OFEFP), Bern
- LANDOLT E., BÄUMLER B., ERHARDT A., HEGG O., KLÖTZLI F., LÄMMLER W., MICHAEL NOBIS M., RUDMANN-MAURER K., SCHWEINGRUBER F. H., THEURILLAT J., URMI E., VUST M. & WOHLGEMUTH T., 2010. *Flora indicativa, Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps*. Editions des conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. 376 pp.
- MAGNI C., 2013. *Androsace brevis (Hegetschw.) Cesati*. Acta Plantarum Notes, 1: 137
- MARAZZI S., 2005. *Atlante orografico delle Alpi*. SOIUSA. Pavone Canadese, Priuli & Verlucca Ed.
- MARTINI E., BONA E., DANIELI S., FANTINI G., FEDERICI G., FENAROLI F., MANGILI L., PERICO G., TAGLIAFERRI F., E ZANOTTI E., 2012. *Flora vascolare della Lombardia centro-orientale*. 2 vol. Lint Trieste. Pp. 1-602; 1-326.
- MUELLER-DOMBOIS D. & ELLENBERG H., 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York: 547 pp.
- OBERDORFER E., 1977. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- PAROLO G., 2004. *I consorzi a Sanguisorba dodecandra Moretti della Val di Tegno*. Webbia 59 (1): 177-188.
- PIGNATTI S., 1976. *Geobotanica*. In CAPPELLETTI C., 1976. *Trattato di botanica*, Vol. II. UTET, Torino.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole.
- PIROLA A., 1964. *Ricerche su Sanguisorba dodecandra Moretti*. Atti Ist. Bot. Lab. Crittog. Univ. Pavia, ser. 5, 21: 69-99.
- PIROLA A., 1965. *Note sulla distribuzione e l'habitat di Viola comollia Massara*. Atti Ist. Bot. Lab. Crittog. Univ. Pavia ser. 6, 1: 99-103
- PIROLA A., CREDARO V., 1979. *Sur la sociologie de Sanguisorba dodecandra Moretti espèce endémique des Alpes orobiennes (Sondrio – Italie)*. Doc. Phytosoc., n.s., 4: 841-846.
- PROVASI T., 1922. *Storia e distribuzione geografica della Androsace brevis (Heg)*. Ces. N. Giorn. Bot. Ital., 29: 120-141.

- PROVASI T., 1925. *Nuova stazione dell'Androsace brevis (Heg.) Ces. nelle Alpi Orobie*. Bull. Soc. Bot. Ital. (7): 147.
- RAVAZZI C., 1992. *Lineamenti fisionomici, ecologia e fattori edafici della vegetazione di alcuni massicci calcareo-dolomitici delle Prealpi Lombarde*. Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia "Natura Bresciana", n. 27: 11-49.
- RAVAZZI C., 1996. *Esempi di vegetazione litofila xerofila isolata dall'Olocene antico in Val Fosca*. Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia "Natura Bresciana", n. 30: 127-146.
- RAVAZZI C., FERLINGHETTI R., 1986. *Analisi dei caratteri geoambientali e tassonomici di una nuova stazione disgiunta di Primula gr. glaucescens nelle Alpi Orobie*. Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. "E. Caffi" Bergamo, n. 10: 79-100.
- REISIGL H., 1996. *Insubrien und das Gardaseegebiet: Vegetation, Florengeschichte, Endemismus*. Atti del 24° simposio della Società Estalpino-Dinarica di Fitosociologia "Flora e vegetazione dell'Insubria". Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Archeol., St., Sc. Nat., suppl. II, n. 11: 9-25.
- SCHÖNSWETTER P., TRIBSCH A., SCHNEEWEISS G.M., NIKFELD H., 2003. *Disjunction in relict alpine plants: phylogeography of Androsace brevis and A. wulfeniana (Primulaceae)*. Bot. J. Linn. Soc., 141: 437-466.
- SUTTER R., 1962. *Das Caricion austroalpinae, eine neuer insubrisch sudalpinen Seslerietalia Verband*. Mitt. Ostalpin. Dinar. Pflanzensoziol. Arb. Gem. 2, 18-22.
- THEURILLAT J.P., 1996. *Les pelouses à Carex curvula ssp. curvula (Caricion curvulae) dans les Alpes*. Diss. Bot. 258, Vol. Jubilaire J.L.Richard: 267-294. J. Cramer, Stuttgart.
- TRIBSCH A., SCHÖNSWETTER P., 2003. *Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm palaeoenvironmental evidence for Pleistocene refugia in the Eastern Alps*. Taxon, 52: 477-497.
- VALOTI M., 1993. *Distribuzione del genere Androsace sulle montagne bergamasche*. Not. Florist. Flora Alpina Bergamasca, 3: 10-16.
- VAN DER MAAREL E., 1979. *Trasformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity*. Vegetatio 39 (2): 97-114.

5.6 MACROCLIMA E MICROCLIMA DELLE STAZIONI DATA LOGGER: RISULTATI E DISCUSSIONE

Di seguito si presentano i risultati ottenuti dai *data loggers* posti sul monte Ponteranica (2013-2014), monte Ponteranica “varieto” (2014-2015), monte Fioraro (2013-2015) e monte Rotondo (2013-2014). I *data loggers* presso Monte Ponteranica e Monte Fioraro hanno registrato nel periodo in esame una fase invernale di copertura nevosa (T media = $0\text{ }^{\circ}\text{C}$), nonostante la posizione in cresta presso dei pulvini di *A. brevis*. Diverso appare invece il regime termico estivo, con la stazione del Fioraro che presenta medie più elevate nel periodo estivo (tra 20 e $30\text{ }^{\circ}\text{C}$), mentre sul Ponteranica le medie estive non superano i $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sul Pizzo Rotondo, posto poco ad E del monte Fioraro (limite occidentale della specie), la pianta non è presente. E' interessante notare come il crinale del Pizzo Rotondo, pur superficialmente del tutto simile a quello del Fioraro e del Ponteranica, a quota ed esposizione paragonabili, presenti una situazione termica differente, messa in evidenza dal data logger, con assenza di copertura nevosa durante il periodo invernale (assenza di periodo con T media = $0\text{ }^{\circ}\text{C}$). La stessa situazione si osserva anche osservando i dati del *data-logger* posizionato poco sotto il pulvino monitorato in questo modo sul Ponteranica (3 m più a sinistra del crinale, Ponteranica “varieto”), in situazione di quota ed esposizione identici ma differente vegetazione e pendenza (varieto ripido), con completa assenza della copertura nevosa invernale.

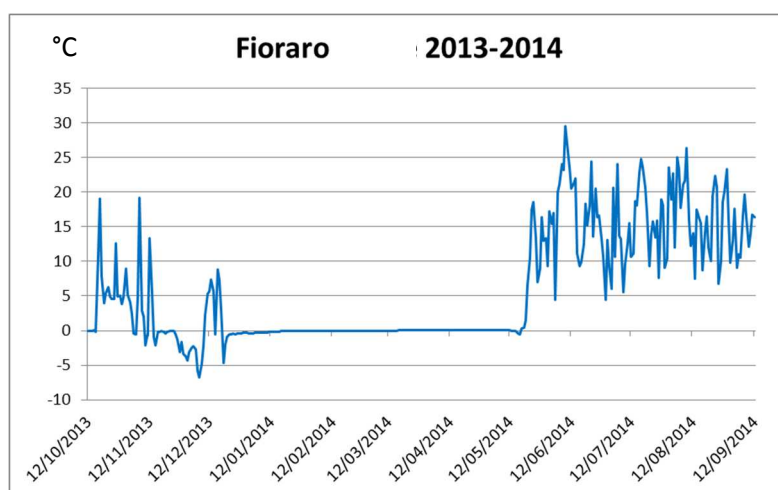


Fig. 5.6.1: temperature medie giornaliere registrate dal 12/10/2013 al 12/09/2014 presso un pulvino di *A. brevis* del monte Fioraro. Quota 2.286 m, esposizione SE.

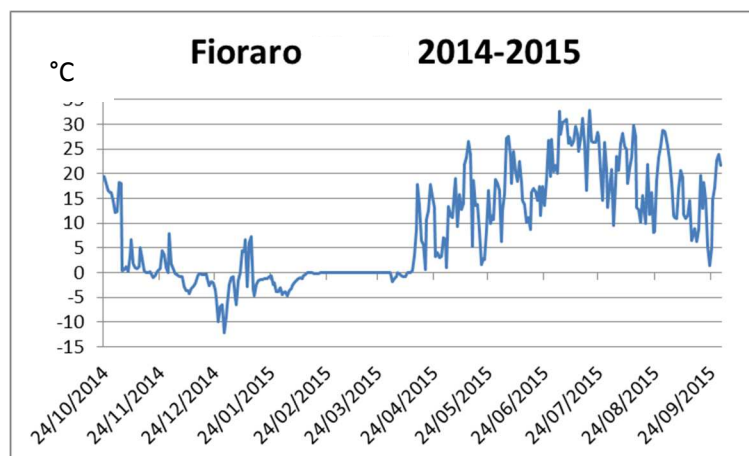


Fig. 5.6.2: temperature medie registrate dal 24/10/2014 al 24/09/2015 presso un pulvino di *A. brevis* del monte Fioraro. Quota 2.286 m, esposizione SE.

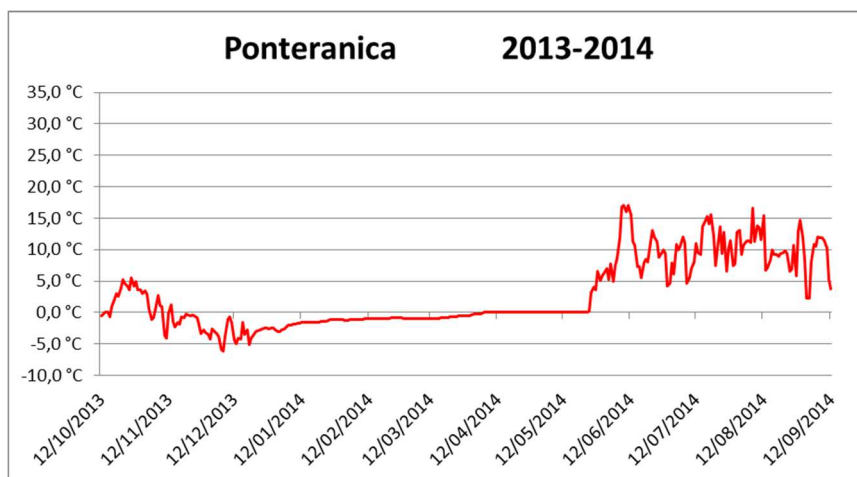


Fig. 5.6.3: temperature medie registrate dal 12/10/2013 al 12/09/2014 presso un pulvino di *A. brevis* del monte Ponteranica. Quota 2.290 m, esposizione SE.

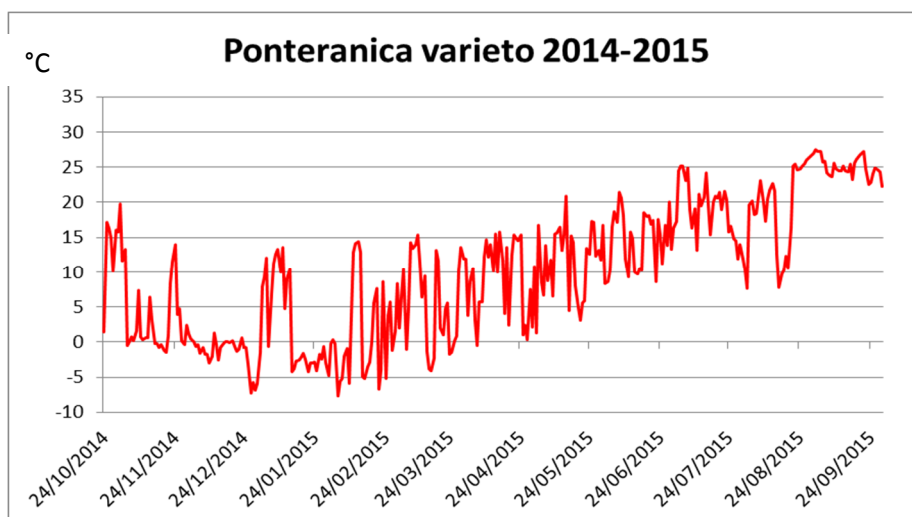


Fig. 5.6.4: temperature medie registrate dal 24/10/2014 al 24/09/2015 3 m a sinistra del un pulvino di *A. brevis* monitorato con il data-logger di fig. 5.5.1 . Quota 2.290 m, esposizione SE.

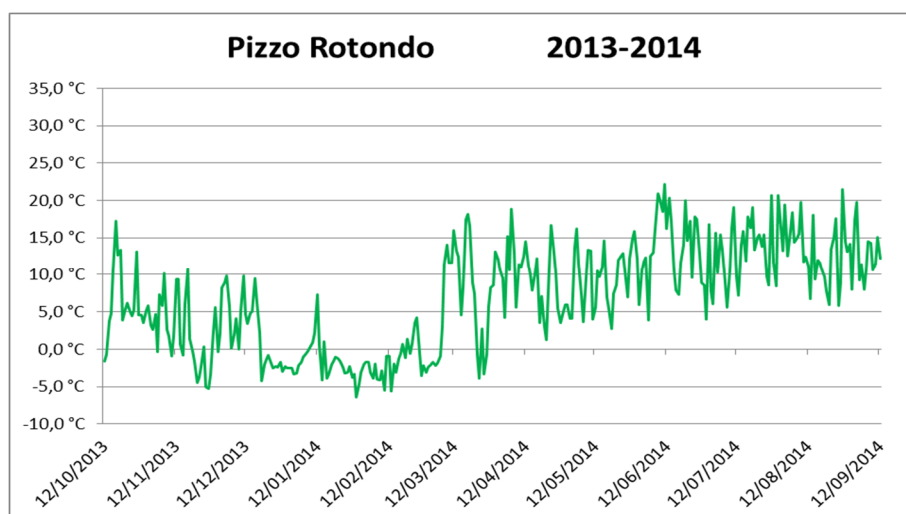


Fig. 5.6.5: temperature medie registrate dal 12/10/2013 al 12/09/2014 sul crinale del Pizzo Rotondo. Quota 2.230 m, esposizione SE.

Grazie ai dati ricavati dalle stazioni ARPA, tramite la costruzione di rette di regressione (vedi cap. 4.3), è possibile confrontare queste particolari situazioni microclimatiche con quelle previste teoricamente dal macroclima dell'area. Occorre notare che, mentre i data loggers sono stati posizionati presso il suolo, al contatto con pulvini di *A. brevis*, le stazioni ARPA registrano la temperatura dell'aria ad un'altezza significativamente maggiore (3 m).

Località	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
P.	-1,7	-1	-0,8	0	1,2	9,8	10,2	10,4	8,4	2,7	-0,8	-3,3
P. Var.	2,2	1,06	6,03	9	11,4	14,8	18,7	19,8	24,9	13,9	2,9	-1,5
P. Att.	-2,61	-4,65	-2,07	1,07	3,37	7,49	11,21	9,82	6,54	3,86	2,18	-0,72
R² att.	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.97	0.99	0.99	0.98	0.99

Tab. 5.6.1: temperature medie (C°) registrate dai *data loggers* presso monte Ponteranica (P.), e monte Ponteranica "variato" (P. Var.), quota 2.290 m., esposizione SE. P. Att.: temperatura attesa per la stessa quota sulla base dei dati ARPA, con relativi valori di r².

Località	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Fi.	-0,67	-0,54	-0,05	2,5	8,71	17,65	20,25	17,84	14,02	10,55	1,95	-1,53
Fi. Att.	-2,6	-4,63	-2,05	1,09	3,39	7,49	11,23	9,84	6,56	3,88	2,19	-0,71
R² att.	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.97	0.99	0.99	0.98	0.99

Tab. 5.6.2: temperature medie (C°) registrate dai *data loggers* presso monte Fioraro (Fi.), quota 2.286 m., esposizione SE. Fi Att.: temperatura attesa per la stessa quota sulla base dei dati ARPA, con relativi valori di r².

Si noti come la T media (C°) registrata dai *data loggers* sia più alta dalla T attesa. Appare evidente come in ogni stazione, soprattutto in prossimità del suolo, sussistano condizioni microclimatiche anche molto differenti da quanto atteso dai modelli macroclimatici, dettati probabilmente dalle particolari conformazioni geomorfologiche dei crinali, uniche in ogni caso situazione. E' inoltre noto che, in ambiente alpino, la T° in prossimità del suolo, per effetto del surriscaldamento di rocce e suolo è superiore alla T° dell'aria a pochi metri da terra (KÖRNER, 1996), come confermato dai valori di T registrati dai *data loggers*: queste valori leggermente più alti sono probabilmente fondamentali per la sopravvivenza di molte specie vegetali ed animali in aree estreme come i crinali oltre 2.000 m. Interessanti sono i dati registrati dal *data logger* per il monte Fioraro (tab. 5.5.2) dove la previsione delle temperatura effettuate con la retta di regressione costruita sui dati ARPA non evidenzia la permanenza della neve sul crinale (Gennaio, Febbraio, Marzo), oltre a prevedere medie estive assai più basse, influenzate invece dal surriscaldamento delle rocce su cui vegeta *A. brevis*. Di particolare interesse sono i valori registrati dai *data-loggers* che indicano la presenza di copertura nevosa nei siti ove vegeta *A. brevis* nel periodo invernale: questo è in contrasto con quanto si attenderebbe per una specie che vegeta su crinali ventosi dove la neve dovrebbe permanere per poco, e come è riportato nelle note presenti in letteratura sull'ecologia di questa specie, che parlano sempre di crinali ventosi privi di copertura nevosa (PROVASI, 1922; PIGNATTI, 1982; ANCHISI *et al.*, 2004). In realtà è possibile osservare come gran parte dei crinali dove *A. brevis* cresce, presentano morfologie tali da permettere la formazione di cornici nevose da parte del vento (in particolare proprio il caso del monte Ponteranica, vedi fig. 5.5.6), oppure forme "spianate" (fig. 5.4.7) che consentono l'accumulo della neve anche sui crinali, come lo sono gli affioramenti sommitali a reggipoggio, che presentano una conformazione "gradinata" che consente l'accumulo della neve e il sostegno di grosse cornici nevose fino ai primi mesi estivi.

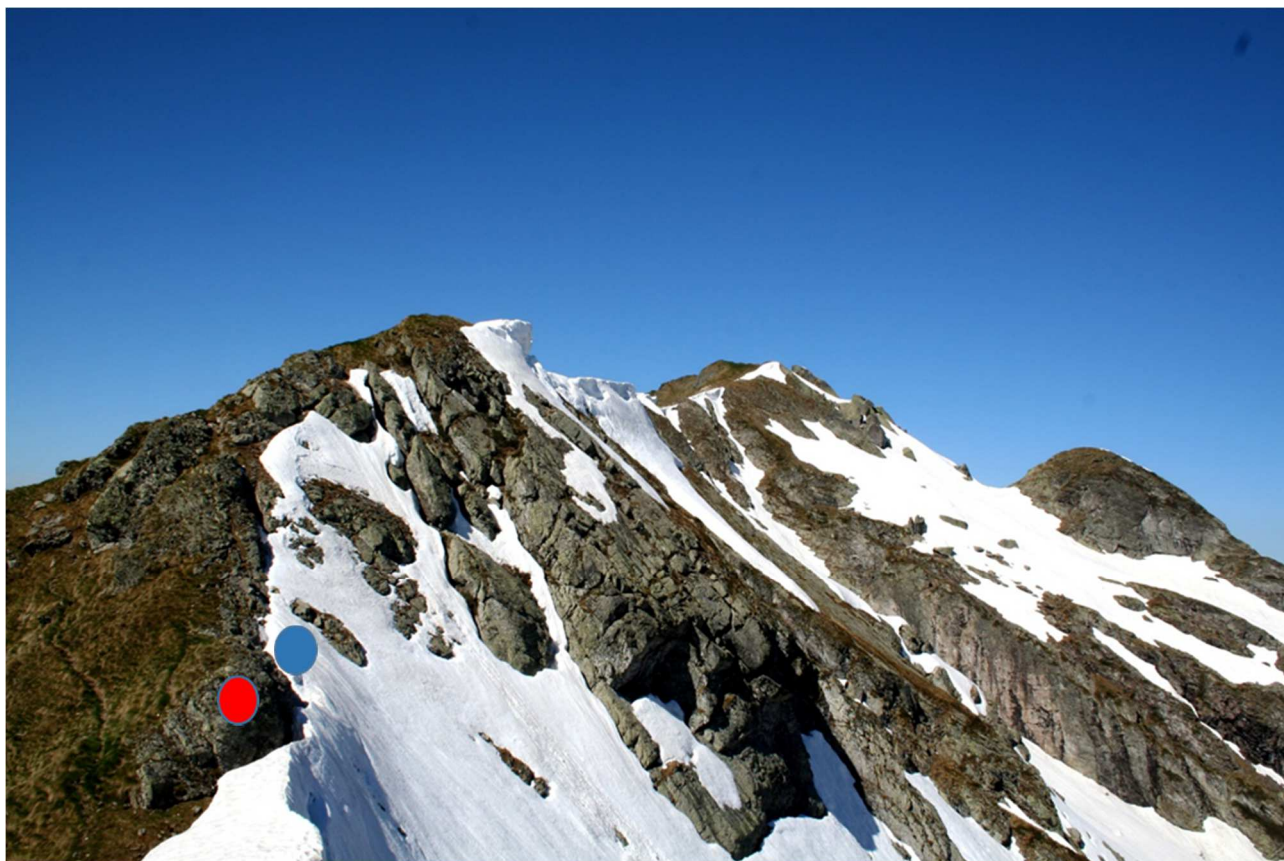


Fig. 5.6.6: il crinale del monte Ponteranica alla fine di Maggio. Notare la presenza di cornici di neve sulla popolazione di *A. brevis* (punto blu), dove era collocato anche il data-logger. Punto rosso: posizione del data logger pochi metri a sinistra della popolazioni di *A. brevis*, ove non vi è formazione di cornici nevose.

I dati previsti tramite le stazioni ARPA, insieme ai dati effettivamente registrati, paiono invece fornire la medesima informazione per quanto riguarda l'inizio della fioritura di *A. brevis*. Da osservazioni in campo essa si colloca immediatamente dopo la fusione della copertura nevosa, dunque può essere prevista verso la fine del mese in cui la T media supera 1-2 C°.

Località	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Legn.	-3,24	-5,78	-3,43	-0,62	1,61	5,8	9,54	8,26	5,07	2,6	1,49	-1,04
R²	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Rot.	-3	-5,33	-2,89	0,047	2,306	6,48	10,21	8,88	5,66	3,1	1,7	-0,91
R²	0.99	0.99	0.99	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Tre S.	-2,31	-4,11	-1,43	1,88	4,2	8,26	11,98	10,56	7,24	4,47	2,51	-0,57
R²	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99
Inf.	-2,67	-4,75	-2,19	0,92	3,21	7,32	11,06	9,69	6,42	3,75	2,21	-0,75
R²	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.99	0.98	0.99	0.98
Ben.	-2,6	-4,63	-2,05	1,09	3,39	7,49	11,23	9,84	6,56	3,88	2,19	-0,71
R²	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98

Tab 5.6.3: T° medie (C°) e relativi valori di r² medie stimate tramite rette di regressione sui dati ARPA per le altre stazioni di *A. brevis* delle Alpi Orobie oltre Ponteranica e Fioraro. (Legn=Legnone; Rot.=monte Rotondo; Tre S. = Pizzo Tre Signori; Inf= Bocchetta d'Inferno; Ben.= Rifugio Benigni). In rosso evidenziato il mese di fioritura stimato.

Località	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Gar.	0,52	-1,3	1,42	4,8	7,65	13,1	15,46	14,09	10,28	6,22	5,02	4,5
R²	0.98	0.99	0.99	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Gin.	0,44	-1,46	1,23	4,6	7,461	12,95	15,29	13,92	10,125	6,06	4,29	4,48
R²	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.980	0.98	0.98	0.98	0.97
Pian.	0,38	-1,58	1,09	4,45	7,31	12,83	15,17	13,8	10,01	5,93	4,85	4,46
R²	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98
S. Jor.	0,42	-1,51	1,18	4,54	7,41	12,91	15,24	13,87	10,07	6,01	4,9	4,47
R²	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
S. Can	0,56	-1,24	1,49	4,88	7,72	13,16	15,53	14,15	10,35	6,28	5,05	4,51
R²	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

Tab 5.6.3: T° medie (C°), e relativi valori di r², stimate tramite rette di regressione sui dati ARPA per le stazioni di *A. brevis* dell'Alto Lario. (Gar.=Garzirola; Gin.=Pizzo di Gino; Pian= Cima Pianchette; S. Jor= Passo San Jorio; S. Can = Sasso Canale). In rosso evidenziato il mese di fioritura stimato.

Località	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
P.Oro	-6,85	-10,6	-7,83	-3,46	-0,54	3,79	6,03	5,4	2,21	-1,08	-3,31	-4,76
R²	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98
P.Barb	-7	-10,8	-8,06	-3,69	-0,76	3,56	5,81	5,27	1,99	-1,27	-3,47	-4,88
R²	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97
R.Gian	-6,72	-10,5	-7,59	-3,24	-0,33	4,02	6,25	5,71	2,42	-0,89	-3,16	-4,31
R²	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.97	0.98	0.98

Tab 5.564: T° medie (C°), e relativi valori di r², stimate tramite rette di regressione sui dati ARPA per le stazioni di *A. brevis* delle Alpi Retiche Sud-Occidentali (Gar.=Garzirola; Gin.=Pizzo di Gino; Pian= Cima Pianchette; S. Jor= Passo San Jorio; S. Can = Sasso Canale). In rosso evidenziato il mese di fioritura stimato.

Per tutte le stazioni orobiche il periodo previsto di fioritura si colloca a giugno (come confermato da osservazioni in campo). Occorre comunque ricordare che si tratta di dati elaborati sulla temperatura dell'aria a 3 metri da terra (sensori ARPA), dunque, anche in base ai dati registrati dai *data loggers* (t° più alte rispetto a quelle stimate) la fioritura potrebbe avvenire in anticipo rispetto a quanto stimato. Rispetto alle Orobie, le stazioni alto-lariane presentano un periodo di fioritura stimato più precoce (un mese prima), come confermato anche da osservazioni sul campo. Complice la quota più elevata, le popolazioni di *A. brevis* nelle retiche sud-occidentali presentano un periodo di fioritura stimato in giugno come per le Orobie. Osservazioni in campo suggeriscono comunque per la Alpi Retiche una fioritura posta nella prima metà di giugno almeno per la popolazione presso il rif. Gianetti (la pianta è stata qui osservata completamente sfiorita il 28/06/2016).

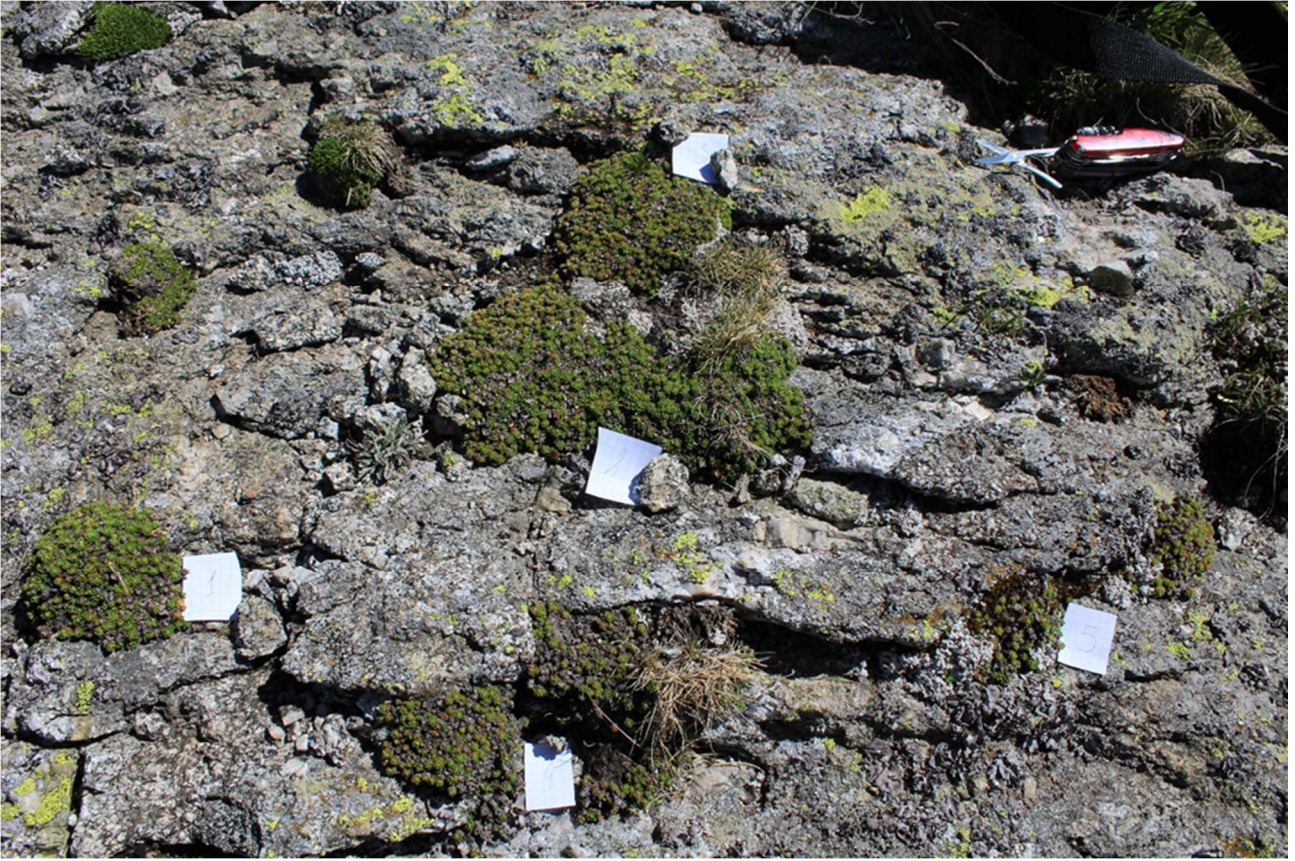


Fig. 5.6.7: la popolazione presso il rifugio Gianetti fotografata il 28/06/2016. Tutti gli individui sono completamente sfioriti.

7 CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Il presente lavoro rappresenta la sintesi più completa attualmente riguardo *A. brevis*. La ricerca ha permesso di definire con precisione l'areale di distribuzione di *A. brevis*, che si estende dal limite ovest al monte Camoghè (CH-TI), in Alto Lario, al limite est posto monte Fioraro (BG), a sud fino al Pizzo Tre Signori (BG), e a nord fino ai pressi del rifugio Gianetti (SO), come ben evidenziato dalla cartografia di dettaglio prodotta. L'areale è frazionato nei due settori storicamente noti dell'Alto Lario e delle Alpi Orobiche occidentali (PROVASI, 1922), a cui si conferma l'aggiunta delle Alpi Retiche sud-occidentali, come recentemente indicato da MAGNI (1999) e SCHÖENSWETTER *et al.* (2003): l'esplorazione *in loco* ha rivelato la presenza di una stazione ancora sconosciuta (Passo di Barbacan), pertanto è plausibile che ulteriori ricerche in zona possano estendere ulteriormente l'areale della specie nell'area Val Codera, Val dei Ratti, Val Porcellizzo.

I conteggi nei tre settori dell'areale hanno rilevato la presenza di 396 individui in Alto Lario, 669 nelle Alpi Orobiche occidentali, 38 nelle Retiche sud-occidentali, per un totale di 1.103 individui conteggiati: è possibile che, soprattutto nelle Retiche sud-occidentali, siano presenti altri individui in zone di difficile accesso, ma questo non dovrebbe alterare significativamente il numero degli individui conteggiati sino ad ora. Il censimento, e i relativi conteggi riguardo il numero di frutti, rosette, grado d'inerbimento dei pulvini, ha permesso di verificare come gli individui più grandi siano posti nelle Retiche sud-occidentali e che, pur essendo pochi, producono frutti in numero significativamente superiore a quello dei pulvini dell'Alto Lario e delle Orobiche occidentali. Riguardo la distribuzione altimetrica, *A. brevis* non è mai stata osservata al di sotto dei 2.000 m di quota, e si estende fino a 2.590 m nelle Alpi Orobiche occidentali, 2.320 m in Alto Lario, 2.600 m nelle Retiche sud-occidentali. In particolare nelle Orobiche la specie, pur apparendo in buona salute, risulta essere al limite possibile della catena montuosa che, in questo tratto, non supera i 2.610 metri di quota, con possibili gravi conseguenze nel caso di una risalita da parte di altre specie più competitive da piani altitudinali inferiori per via del riscaldamento climatico in atto (PAULI *et al.*, 2003).

La strategia ecologica di *A. brevis*, calcolata per ogni stazione secondo il metodo suggerito da PIERCE *et al.*, (2013;2016) denota infatti una specie completamente priva del tratto competitivo C. Anche lo studio degli ecogrammi della flora compagna secondo gli indici proposti da LANDOLT *et al.* (2010) rivela una limitatissima variazione negli ecogrammi prodotti, delineando il quadro di una ben precisa finestra di sopravvivenza delle comunità in cui vive *A. brevis*, che difficilmente potrebbe quindi adattarsi a condizioni ecologiche differenti. Anche l'analisi microclimatica mediante *data-loggers* ha delineato la presenza di ben precise condizioni climatiche nei siti dove cresce *A. brevis*: in particolare si è evidenziata la preferenza delle specie per crinali conformati in maniera tale da sostenere ampie cornici nevose. Si tratta di particolari condizioni microclimatiche che possono variare significativamente anche a meno di un metro di distanza dai siti di crescita di *A. brevis*. Lo studio della biologia riproduttiva ha dimostrato la fertilità dei semi, ottenendo germinazione sia *in situ*, anche se con soli 3 semi su 150 germinati, che *ex situ*, con tassi di germinazione (su 1.080 semi testati) intorno al 20% in assenza di ormone GA3 e buio, che scendono al 10% in presenza di luce. Si tratta di tassi di germinazione analoghi a quelli di *A. villosa* (ARSLAN *et al.*, 2011), specie ad assai più ampia distribuzione, ma non scontati considerato che *A. brevis* è uno stenoendemita ad areale molto ristretto: esperimenti analoghi su un altro stenoendemita come *Saxifraga tombeanensis* Boiss ex Eng. hanno infatti dato sempre esiti negativi (ARMIRAGLIO *et al.*, 2008). *A. brevis* specie è dunque fertile ed in grado di riprodursi, anche se restano ignote le modalità di diffusione: un'ipotesi possibile è l'attaccamento al pelo di mammiferi che frequentano gli ambienti di vita di *A. brevis*, come pecore, capre, camosci o stambecchi, come suggerito per altre specie da RÖRMERMANN *et al.* (2005).

Lo studio sinecologico ha permesso di inquadrare precisamente, per la prima volta, *A. brevis* dal punto di vista fitosociologico, come già fatto per altri stenoendemiti silicicoli centro-alpini da PIROLA & CREDARO (1979) e PAROLO (2004). *A. brevis* mostra, in questo caso, una leggera variabilità, distribuendosi da curvuleti veri e propri (Retiche sud-occidentali), a lembi di prateria a *Festuca varia* aggr. (Alpi Orobiche occidentali), fino a

nardeti cacuminali impoveriti (Alto Lario) e formazioni di “cresta e versante” (CACCIANIGA *et al.*, 2000) tipici delle Alpi Orobic centro-orientali, da cui si differenziano per la presenza di *A. brevis* e *Gentiana alpina*, andando a costituirne una variante occidentale. Infine, considerata la limitata distribuzione delle specie ed il ridotto numero di individui conteggiati, *A. brevis* è stata valutata come VU (*vulnerable*) secondo i criteri IUCN (MANGILI *et al.*, 2014).

La ricerca su *A. brevis*, non può comunque dirsi conclusa. I nuovi lavori, considerata la nuova disponibilità di dati cartografici e quantitativi sulle popolazioni dovrebbero orientarsi verso uno studio della filogeografia di *A. brevis* al fine di evidenziare quale poteva essere l'area di rifugio di questa specie durante i catastrofici eventi quaternari: in particolare andrebbe approfondito il significato del ridotto popolamento delle Alpi Retiche sud-occidentali (area di rifugio o di colonizzazione recente?). Questo lavoro, grazie a campionamenti predisposti durante la ricerca di dottorato su tutte le popolazioni individuate è attualmente in fase preliminare presso l'Università degli Studi di Milano, dove si è inizialmente provveduto alla messa a punto di un protocollo di estrazione del DNA. L'estrazione, si è apparsa piuttosto difficoltosa all'inizio, ma successivamente ha dato buoni risultati. Una volta messo a punto l'estrazione del DNA, si sta ora tentando un approccio basato sull'uso dei microsatelliti. I microsatelliti sono marcatori molecolari costituiti da ripetizioni in tandem di corte sequenze, privi di interruzioni di alter basi (WANG *et al.*, 2009): essi sono diffusi e distribuiti in tutti i genomi degli eucarioti e misurano tipicamente la variazione genetica di loci neutrali, non sottoposti a selezione, in quanto le ripetizioni in tandem sono solitamente localizzate in segmenti di DNA non codificante (WANG *et al.*, 2009). Rispetto all'uso degli AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) largamente impiegati negli studi biogeografici alpini fin'ora (SCHÖENSWETTER *et al.*, 2003), I microsatelliti, caratterizzati da alti livelli di polimorfismo, li rendono adeguati negli studi di genetica di conservazione e di filogeografia. Sfruttando la tecnica della PCR, i microsatelliti necessitano solo della conoscenza dei *primer* per effettuare l'amplificazione e di una quantità esigua di DNA di partenza dell'individuo da caratterizzare (WANG *et al.*, 2009), un vantaggio importante quando si lavora su organismi a rischio ai quali è meglio evitare prelievi eccessivi, come nel caso della rara *A. brevis*.

Per quanto riguarda la biologia riproduttiva di *A. brevis* rimane aperta la questione su quali siano gli impollinatori di questa specie, e se la specie è autofertile: da questo punto di vista, è stata avviata una tesi di laurea magistrale dedicata, che, come risultati preliminari, ha verificato la presenza di micro-imenettori, ditteri e bombi su pulvini in fiore di *A. brevis* nel sito di Passo San Jorio e ha suggerito la necessità di fecondazione incrociata per la produzione di semi, dato in accordo con i dati preliminari dell'analisi genetica che suggeriscono un grado elevato di eterozigosi, di grande interesse per una specie con popolazioni così ridotte. I

In conclusione, il presente lavoro ha reso disponibili dati importanti per la futura ricerca su *A. brevis*, ma, più in generale, per meglio comprendere le complesse problematiche biogeografiche della flora delle Alpi centro-meridionali (TRIBSCH & SCHÖENSWETTER, 2003), di cui *A. brevis* è, senza dubbio, uno dei casi più particolari ed interessanti.

8 ALTRI LAVORI ED ATTIVITÀ

8.1 LA REVISIONE CRITICA DEI DATI DELL'OSSERVATORIO REGIONALE DELLA BIODIVERSITÀ

Nel corso del 2014 l'autore del presente dottorato di ricerca ha collaborato alla convenzione tra Parco Monte Barro (Centro Flora Autoctona) e Società Botanica Italiana, al fine di completare la revisione dei dati floristici in seno all'Osservatorio Regionale della Biodiversità. Il database originale era costituito da un foglio elettronico excel contenente 106.989 record (fornito da Parco Monte Barro). I record nel database presentano nelle colonne i seguenti campi d'informazione:

- Id_oss: numero identificativo dell'osservazione
- Taxon: nomenclatura scientifica
- Osservatore: chi ha fornito il dato
- Fonte: origine del dato
- Provincia
- Comune
- Toponimo: località di riferimento
- Precisione: se il dato è stato raccolto in modo puntiforme o avendo come riferimento un reticolo
- Latitudine
- Longitudine

Il database consegnato dall'ente Parco Monte Barro risulta costituito da 116.674 dati, provenienti da Carta Naturalistica (111.149), e, in misura minore, Erbario del Museo di Scienze Naturali di Brescia (3.419) e progetto GreenArk di Regione Lombardia (2.106). I dati sono stati sottoposti ad un processo di validazione, che, per ogni singolo dato, ha valutato l'attinenza all'areale noto del *taxon* in esame sulla base della più recente bibliografia (in alcuni casi particolari anche con escursioni mirate sul territorio), e, soprattutto per i dati riguardanti specie rare, endemiche, o inserite negli allegati II e IV della Direttiva Habitat 92/43/CEE e protette dalla Legge Regionale 10/2008, contattando (se indicato) il segnalatore del dato, ed archiviandone le indicazioni date. Il processo di revisione ha richiesto 2 anni di verifiche e controlli da fonti sia originali (autore del dato) che bibliografiche. Prima di procedere alla consegna definitiva del database revisionato, insieme al tecnico (Dr. Carlo Tognoni) incaricato da Parco Monte Barro di supervisionare la parte informatica del database sono state apportate alcune modifiche sostanziali:

- Correzione di alcuni errori di codici specie (es: il codice della specie *Equisetum arvense* faceva invece riferimento alla specie *Botrychium multifidum*, generando segnalazioni inesistenti di quest'ultima da ricondurre alla prima);
- Verifica della sinonimia: un altro problema del database originario era la presenza di sinonimie tra i taxa segnalati, che portavano ad errori di rappresentazione (es: *Dactylorhiza maculata* era segnalata sia come *Dactylorhiza maculata* che come *Orchis maculata*): 366 taxa sono stati individuati come soggetti ed errori di questo tipo e ricondotti ad un'unica nomenclatura sulla base della check-list predisposta dal professor Bruno Cerabolini per l'Osservatorio Regionale della Biodiversità sulla base delle check-list nazionali disponibili;
- Aggiornamento dei campi: nel database sono stati integrati i seguenti campi: tipologia del dato (OX=osservazione diretta; HB=erbario; SR=segnalazione bibliografica recente post 1968; EX=estinta; SA=segnalazione bibliografica antica pre 1968; TR=tabella fitosociologica), validazione (0=non validato; 1=validato); note (informazioni aggiuntive, es: la bibliografia di riferimento del dato, se necessaria)

Ogni dato è stato verificato e catalogato secondo quando riportato in tabella 8.1.1:

TIPO DATO	COD	DESCRIZIONE	INPUT	COD
Dato di Erbario congruente con l'areale della specie	HB	erbario recente (>1968)	VALIDATO	OK
	ER	erbario storico rivisto (<1968)		
	TR	tabella fitosociologica (pubblicata) recente (>1968)		
Autore, Località Precisa, coordinate, area congruente con l'areale della specie	OX	osservazione	VALIDATO	OK
	SR	segnalazione bibliografica recente (>1968)		
Autore, Località Generica, coordinate, area congruente con l'areale della specie	OX	osservazione	VALIDATO	OK
	SR	segnalazione bibliografica recente (>1968)		
No Autore, Località Generica, no coordinate, area congruente con l'areale della specie			DATI INCOMPLETI	OV
No Autore, Località Precisa, no coordinate, area congruente con l'areale della specie			DATI INCOMPLETI	OV
Autore, nessun altro dato			DATI INCOMPLETI	OV
Autore, Località precisa o generica, con o senza coordinate, ma non c'è congruenza con l'areale della specie			DATI INCOMPLETI	OV
Dato di Erbario non congruente con l'areale della specie	ES	erbario storico non rivisto (<1968);	DATO STORICO	HV
	SA	segnalazione bibliografica antica (<1968)		
	TA	tabella fitosociologica (pubblicata) antica (<1968)		
Dato di Erbario congruente con l'areale della specie	EX	estinto	DATO STORICO	OK

Tab.8.1.1: tabella con i criteri di validazione adottati

I dati validati sono risultati essere 75.366, mentre i dati che presentavano problematicità (=non validati) 41.308, come riportato in fig.8.1.1:

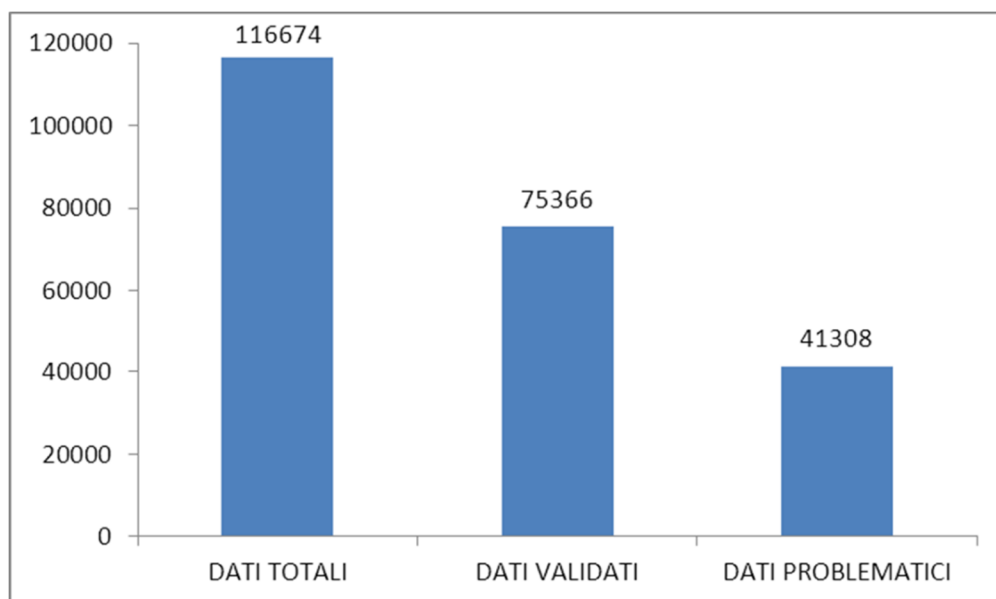


Fig.8.1.1: prospetto dei dati totali, validati e problematici (non validati)

I dati validati sono stati classificati nelle tipologie proposte, e sono risultati essere 56.761 derivati da osservazione diretta (OX), 15.504 da bibliografia recente (SR), 3.097 da erbario (HB) e 4 sono da riportare come estinte in seguito a verifiche avvenute con gli autori (in particolare si sottolinea la scomparsa regionale per *Orchis spitzelii* e la perdita di alcune stazioni di *Colchicum lusitanicum* per la provincia di Mantova). Di seguito, in fig. 8.1.3 la tipologia dei dati validati:

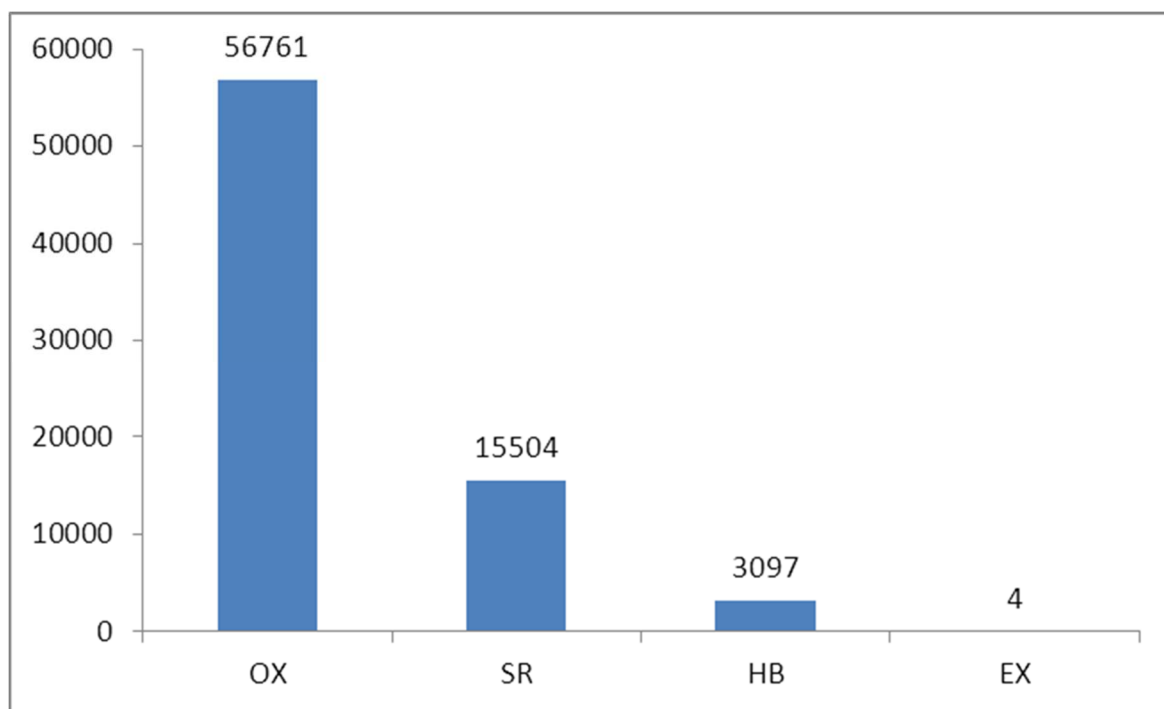


Fig.8.1.3: tipologia dei dati validati

I dati problematici (41.308) presentano diversi tipi di problematicità. Alcuni sono incompleti per assenza di autore (14.145), per assenza delle coordinate (5.147), altri per la mancanza sia di autore che di coordinate (4.881). 463 dati, ancorchè completi di autore e coordinate, sono da ritenersi errori veri e propri di varia natura: specie segnalate per errore (es: *Saxifraga burseriana* e *Betula nana* non sono presenti in Lombardia), specie oggetto di confusioni (*Androsace chamaejasme*, rarissima in Lombardia, confusa con la più comune *A. obtusifolia*), coordinate riportate che cadevano all'interno di bacini lacustri (es: alcuni dati di *Orchis papilionacea*), coordinate indicanti luoghi incompatibili con l'ecologia della specie (es: *Asplenium adulterinum*, strettamente serpentinicola riportata per il calcareo Monte Sodadura; *Juncus arcticus* riportato in pianura a 200 m. o, per contro, *Betula pendula* a 2.900 m.). Un caso a parte sono i 16.568 dati presenti come doppi (stesso autore, stesso taxa, stesse coordinate) che sono stati considerati problematici in quanto ridondanti e che appesantiscono il database. Infine, 104 dati relativi ad alcune specie critiche dei generi *Alchemilla*, *Hieracium* e *Rubus* sono stati ritenuti problematici in quanto non essendo supportati da erbario (tipologia di dato OX) non è possibile essere assolutamente certi della corretta attribuzione della specie. Di seguito, in fig. 8.1.4, una sintesi dei dati problematici:

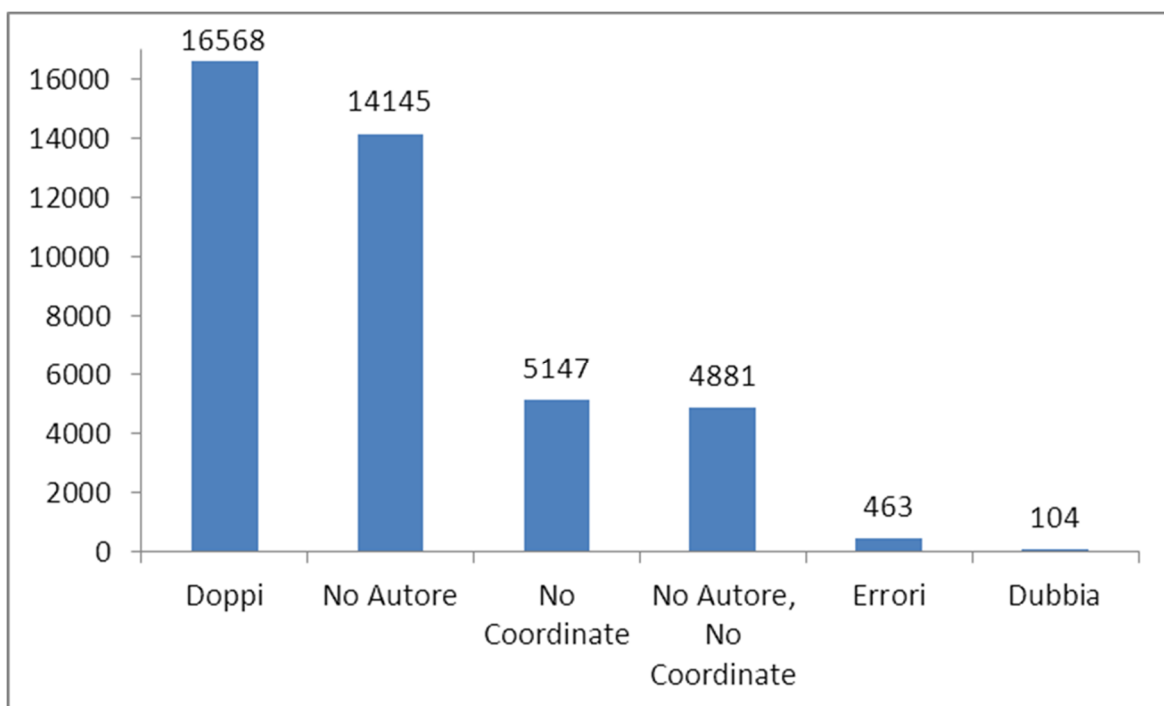


Fig. 8.1.4: prospetto dei dati problematici

La tabella della pagina seguente riassume lo stato dei dati floristici dell'Osservatorio Regionale della Biodiversità al 15/12/2015:

DATI TOTALI	116.674
Dati validati	75.366
OX	56.571
SR	15.504
HB	3.097
EX	4
Dati problematici	41.308
Doppi	16.568
No Autore	14.145
No Coordinate	5.147
No Coordinate + No Autore	4.881
Errori	463
Dubbia	104

Tab. 8.1.2: prospetto dei dati problematici

- **Incremento del database**

Oltre alla revisione dei dati si è provveduto ad incrementare i record del database, in particolare per quei settori della regione che risultano essere carenti di dati floristici. Pertanto, parallelamente all'attività di revisione, si è provveduto a recuperare opere bibliografiche ancora non digitalizzate (GEILINGER, 1908; ROSSI, 2005), georeferenziando i dati floristici in esse presenti, per un totale di 3.434 dati predisposti ad oggi per l'inserimento nel database dell'Osservatorio Regionale della Biodiversità. Inoltre 364 dati provenienti dalla provincia di Mantova (osservazioni), relativi a specie in Direttiva Habitat, o protette dalla legge regionale 10/2008 sono stati predisposti per l'inserimento nel database.

- **Coinvolgimento gruppi scientifici locali: prima giornata sulle conoscenze floristiche Lombarde**

Al fine di aumentare il numero dei segnalatori, e per coinvolgere chi più è attivo nella ricerca floristica sul territorio lombardo (associazionismo scientifico volontario e singoli floristi amatoriali di riconosciuto alto livello), il giorno 23 maggio 2015, presso Palazzo Reale (MI), è stato presentato al pubblico il progetto del database floristico dell'Osservatorio Regionale della Biodiversità. Di particolare rilevanza è stata la presenza, unitamente ai rappresentanti di Regione Lombardia, Parco Monte Barro, Centro Flora Autoctona e Società Botanica Italiana sez. Lombarda di rappresentanti delle realtà locali operanti in tema floristico, uno per ogni provincia. Questo ha permesso di avviare una rete di riferimento per la ricerca floristica in Lombardia, individuando, per ogni provincia, un referente provinciale sotto il coordinamento scientifico della SBI-LO, di seguito riportati con la relativa affiliazione (se esistente):

- Provincia di Bergamo: Germano Federici, Gruppo Flora Alpina Bergamasca
- Provincia di Brescia: Innocenzo Bona, Associazione Botanica Bresciana
- Province di Cremona e Lodi: Fausto Leandri
- Provincia di Mantova: Andrea Truzzi
- Provincia di Milano e Monza Brianza: Gabriele Galasso, Museo di Storia Naturale di Milano
- Provincia di Pavia: Nicola M.G. Ardenghi
- Provincia di Lecco: Pierfranco Arrigoni e Federico Mangili
- Provincia di Sondrio: Giancarlo Donadelli, Gruppo Floristico Massara
- Provincia di Como: Attilio Selva
- Provincia di Varese: Michael Kleih

Ognuno dei sopracitati referenti provinciali, nel corso della giornata del 23 maggio 2015 ha presentato lo stato di avanzamento sulle conoscenze floristiche nella propria provincia.

- **Realizzazione primo censimento erbari lombardi**

Al fine di incrementare i dati floristici dell'Osservatorio Regionale della Biodiversità, oltre ai dati bibliografici, sono fondamentali i dati provenienti dagli erbari esistenti. Questo è stato dimostrato già lo scorso anno, con i contatti avvenuti con il Centro Studi "Nicolò Rusca" di Como in merito alla valorizzazione dell'erbario Fabani ivi conservato, che è in corso di georeferenziazione. A tale proposito, ritenendo probabile l'esistenza di altri erbari, storici e non, ancora sconosciuti, la SBI-LO ha provveduto ad inviare a tutti i suoi soci un template per la registrazione, al fine di individuare gli erbari più interessanti sui quali orientare l'incremento dei dati. Il template inviato prevedeva l'inserimento dei seguenti dati:

- ISTITUZIONE: in cui l'erbario è conservato
- INDIRIZZO: dell'istituzione
- REFERENTE: chi lo custodisce
- CONTATTO: di chi lo custodisce

- TIPO ERBARIO: piante, funghi, briofite...
- CONSISTENZA: n° approssimativo cartelle
- AUTORE: chi ha realizzato l'erbario
- PROVENIENZA: area geografica di raccolta
- INDICAZIONI GEOGRAFICHE PRESENTI: presenza di cartellini con indicazioni di località
- PERIODO: indicativo di realizzazione
- REVISIONE: se già revisionato e da chi
- STATO CONSERVAZIONE: buono\medio\pessimo
- FORMATO: dimensioni (anche approssimative)

La ricerca preliminare ha permesso di individuare l'Università di Pavia e il Museo di Storia Naturale di Morbegno come sedi di erbari potenzialmente interessanti per l'incremento dei dati.

8.2 LE SPECIE LOMBARDE DEL PROGETTO “LISTE ROSSE”

In relazione alla convenzione stipulata il 23 dicembre 2014 tra la Società Botanica Italiana e il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, avente per oggetto “Attività di supporto per implementazione della Strategia Nazionale Biodiversità”, all’autore del presente dottorato di ricerca è stato affidato, l’incarico di fornire dati georeferenziati, nonché i relativi fattori di minaccia secondo IUCN, per alcune specie presenti in lombardia riportate nella lista trasmessa al MATTM con la fase 1 del progetto “Liste Rosse”. Le specie per la quale sono stati forniti i dati puntuali di distribuzione, bibliografia, e relativi fattori di minaccia sono:

Aphyllanthes monspeliensis L.

Betula nana L. subsp. *nana*

Carex norvegica Retz.

Carex rostrata Stokes

Chaerophyllum aromaticum L.

Dianthus glacialis Haenke subsp. *glacialis*

Dracunculus vulgaris Schott

Epipactis rhodanensis Gévaudan & Robatsch

Euphrasia cisalpina Pugsley

Helleborus bocconeii Ten. subsp. *istriacus* (Schiffn.) Soldano & F.Conti

Iris cengialti Ambrosi ex A.Kern. subsp. *illyrica* (Asch. & Graebn.) Poldini

Limosella aquatica L.

Ophrys bertolonii Moretti

Orobanche alsatica Kirschl.

Primula daonensis (Leyb.) Leyb.

Primula integrifolia L.

Rhynchospora fusca (L.) W.T.Aiton

Viola elatior Fr.

Campanula raineri Perp.

Erucastrum nasturtiifolium (Poir.) O.E.Schulz subsp. *benacense* F.Martini & F.Fen.

Erysimum insubricum Peccenini & Polatschek

Scabiosa vestina Facchini ex W.D.J.Koc

8.3 UNA NUOVA STAZIONE DI *SAXIFRAGA PRESOLANENSIS* Eng. SU SUBSTRATO NON CARBONATICO

Publicato su *Natura Bresciana* 39; 39-44

Una nuova stazione di *Saxifraga presolanensis* Eng. (*Saxifragaceae*) su substrato non carbonatico

FEDERICO MANGILI, DUCCIO TAMPUCCI, MARCO CACCIANIGA

Federico Mangili (federico.mangili@unimi.it)*, Duccio Tampucci (duccio.tampucci@unimi.it), Marco Caccianiga (marco.caccianiga@unimi.it), Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Bioscienze, Via Celoria, 26, 2C - 20133

*Corresponding author

ABSTRACT – *A new stand of Saxifraga presolanensis* Eng. on non-carbonatic substrate. – This work report a new stand of stenoendemic species *Saxifraga presolanensis*, in Sanguigno valley (Orobian Alps), on non-carbonatic substrate . This is the fourth finding outside the carbonatic outcrops of bergamask pre-alps, where this species was held exclusively. An ecological description, and some consideration of biogeographical and geobotanic implications about this *policy species*, are given.

Key words: Alpine flora, *Saxifragaceae*, *Saxifraga presolanensis*, *policy species*, endemic, Habitat Directive.

RIASSUNTO – Questo lavoro segnala il ritrovamento di una nuova stazione di *Saxifraga presolanensis* su substrato non carbonatico in Val Sanguigno (Alpi Orobie). Si tratta del quarto ritrovamento al di fuori degli affioramenti carbonatici prealpini delle alpi bergamasche, di cui la specie era ritenuta esclusiva. I risultati riepilogano le informazioni sulla distribuzione di questa *policy species*, con particolare riferimento alle stazioni su substrati non carbonatici e sulle loro implicazioni biogeografiche e geobotaniche.

Parole chiave: Flora Alpina, *Saxifragaceae*, *Saxifraga presolanensis*, *policy species*, endemismo, Direttiva Habitat

INTRODUZIONE

Saxifraga presolanensis Eng. è una specie stenoendemica esclusiva delle alpi e prealpi bergamasche *sensu* MARAZZI (2005), dove è esclusiva dei substrati carbonatici (ARIETTI & FENAROLI, 1960). Nel corso del censimento floristico della Val Sanguigno (Alpi Orobie, provincia di Bergamo), realizzato dal gruppo FAB (Flora Alpina Bergamasca) nell'ambito del progetto Bi. O. S. (coordinato dal Parco delle Orobie Bergamasche e cofinanziato dalla Fondazione Cariplo), nel luglio 2012 è stata rilevata una nuova stazione di *S. presolanensis* su substrato afferente alla formazione del Verrucano Lombardo. Il litotipo è caratterizzato da stratificazioni arenacee e conglomeratiche grossolane (JADOUL & FORCELLA, 2000), la cui analisi mineralogica indica la presenza di feldspati-plagioclasti (0-5%) e vulcaniti, costituiti per il 10-30% da porfidi quarziferi, keratofiri e porfiriti (ASSERETO & CASATI, 1966). Tali minerali sono solo moderatamente calcici e in ogni caso ben più poveri di carbonati di calcio rispetto alla formazione del calcare di Esino, caratterizzato dal 90-95% di CaCO₃ e dal 5-10% di MgCO₃ (CASATI & GNACCOLINI, 1967), sul quale è insediata la grandissima maggioranza delle stazioni note di *S. presolanensis* (FEDERICI, 1998; MARTINI *et al.*, 2012). Il ritrovamento, assieme a pochissimi altri già noti (v. paragrafo successivo) riveste quindi un notevole interesse ecologico e biogeografico.

Descrizione della specie ed areale

Camefita pulvinante, presenta cuscinetti del diametro di 6-12 cm. Il fusto è lignificato, con rami rivestiti da un denso involucre di foglie appressate che formano un cuscinetto emisferico, a volte allungato. Le foglie sono oblanceolate-lineari, spatolate, larghe 2-5 mm, lunghe fino a 20 mm, vischiose per la presenza di numerosi lunghi peli ghiandolari. Le foglie degli anni precedenti, grigio-argentee, sono persistenti. Ogni pulvino produce diverse infiorescenze lasse, ramificate, portanti da 2 a 4 fiori con piccoli sepali ovali e petali giallo-verdastri lunghi il doppio dei sepali, tri-dentati all'apice; il frutto è una capsula subsferica (PIGNATTI, 1982).

Secondo ARIETTI & FENAROLI (1960) e PIGNATTI (1982), l'habitat di questa specie è costituito da grotte, anfratti, nicchie di pareti strapiombanti non esposte all'irraggiamento solare e in "ombra d'acqua", ossia al riparo dalle precipitazioni dirette. La specie predilige stazioni esposte a nord alla base di alte pareti che scaricano valanghe, su rocce afferenti a formazioni calcaree mesozoiche. Alla base di queste pareti si accumulano frequentemente placche di neve persistente fino ad agosto-settembre, che contribuiscono a mantenere un ambiente particolarmente freddo e umido (FERLINGHETTI & BASSANELLI, 2011). Secondo AESCHIMANN *et al.* (2004) è specie strettamente calcofila del piano alpino e subalpino, la cui alleanza di riferimento è il *Cystopteridion fragilis* J.L.RICH.

L'areale di *S. presolanensis*, (Fig. 1) secondo il sistema SOIUSA, è interamente incluso nelle Prealpi lombarde centrali, sz. 29 (MARAZZI, 2005), a cui si fa riferimento per la localizzazione delle stazioni. Scoperta da Engler nel 1894 (ENGLER & IRMSCHER, 1919) sul Pizzo della Presolana (codice SOIUSA 29.2.C7), la specie non è più stata osservata per quasi 60 anni, fino alla "riscoperta" nel 1966 sul gruppo del Pizzo Arera (codice SOIUSA 29.1.B5) (MERXMULLER & WIEDMANN, 1957). Successivamente l'areale è stato esteso al gruppo del Pizzo Camino-Concarena (codice SOIUSA 29.2.C11) con diverse stazioni a cavallo tra le province di Bergamo e Brescia (ARIETTI & FENAROLI, 1960) e nell'unico settore calcareo del gruppo del Monte Masoni (codice SOIUSA 29.1.B4) (PITSCHMANN & REISIGL, 1959, 1965), ovvero il Monte Cavallo - Monte Pegherolo. Fondamentale l'apporto dei gruppi FAB (Flora Alpina Bergamasca) e ABB (Associazione Botanica Bresciana), che a partire dalla seconda metà degli anni ottanta hanno individuato numerosissime nuove stazioni all'interno dei gruppi montuosi citati, portando a una significativa revisione dell'areale (CRESCINI *et al.*, 1985; BONA, 1996; TAGLIAFERRI, 1987; GELMI, 1989; FEDERICI, 1998). L'areale di questa specie è quindi delimitato a settentrione dalla stazione al Pilone di Monte Fiore (FEDERICI, 1998), a meridione dal passo di Valmora ARIETTI & FENAROLI, 1960), a occidente dal Monte Cavallo (PITSCHMANN & REISIGL, 1959) e ad oriente dalla cresta occidentale del Passo di Garzeto (BONA, 1996): da notare che questa stazione, pur posta nel gruppo del Camino - Concarena si discosta notevolmente dalle altre stazioni note in questo gruppo montuoso, andando a costituire un'estrema propaggine orientale, sempre comunque su rocce calcaree. Ai fini di questo lavoro risultano di particolare interesse le segnalazioni sul versante sud-ovest del monte Corte, in sinistra idrografica alla testata della Val Canale (codice SOIUSA 29.1.B3) e quelle situate sul versante ovest del Pilone di Monte Fiore e sulla cima del Pizzo della Corna (codice SOIUSA 29.1.A2), alla testata della Valle Seriana (FEDERICI, 1998; MARTINI *et al.*, 2012), su Verrucano Lombardo le prime due e sulla formazione del Servino l'ultima, poste rispettivamente a 5 km e 7 km di distanza dai più vicini affioramenti di calcare di Esino e stazioni di *S. presolanensis*.

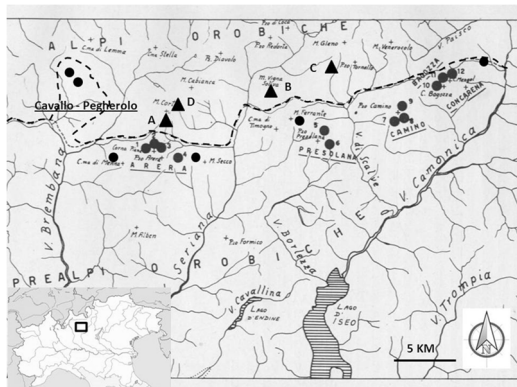


Fig. 1

Areale di *S. presolanensis*. La linea tratteggiata separa gli affioramenti calcareo-dolomitici mesozoici dai substrati silicei. I cerchi rappresentano le stazioni note su substrato carbonatico, i triangoli quelle su substrati silicei. A: Monte Corte, versante sud-orientale (FEDERICI, 1998); B: Pizzo della Corna (MARTINI *et al.*, 2012); C: Pilone di Monte Fiore (MARTINI *et al.*, 2012); D: Val Sanguigno, nuova stazione. Ridisegnato da ARIETTI & FENAROLI (1960).

Protezione

S. presolanensis è inclusa all'allegato IV della Direttiva Habitat 92/43 della Comunità Europea; è inoltre specie protetta in modo rigoroso dalla Regione Lombardia, secondo l'allegato C1 della Legge Regionale 31 Marzo 2008. Nella *red list* IUCN è valutata EN, *endangered* (MANGILI & RINALDI, 2013). È inoltre inclusa nelle *policy species* della Lista Rossa della flora italiana, dove è classificata NT, *near threatened* (ROSSI *et al.*, 2013). La stazione rientra nel Parco Regionale delle Orobie Bergamasche e nell'omonima Zona di Protezione Speciale (IT2060401).

DESCRIZIONE DELLA NUOVA STAZIONE

La Val Sanguigno è una valle tributaria destra del fiume Serio appartenente al Gruppo del Poris (A.3 in MARAZZI, 2005). Il substrato è costituito dalle successioni sedimentarie permiane afferenti al Verrucano Lombardo e alla Formazione di Collio (JADOUL, 2012). Il clima è di tipo oceanico, caratterizzato da precipitazioni abbondanti e costanti (1600-1800 mm/a in CERIANI & CARELLI, 2000), con massimi tendenzialmente equinoziali (GRILLINI *et al.*, 2011). In termini bioclimatici, l'area si colloca presso le propaggini meridionali della Regione Forestale Mesalpica (DEL FAVERO, 2002), nel campo di pertinenza delle foreste montane di *Fagus sylvatica* con *Picea excelsa* e *Abies alba* (ANDREIS & SARTORI, 2007). Dal punto di vista fitogeografico, l'area ricade nel Distretto Lariano Sud-Orobico (ANDREIS *et al.*, 2005), compreso da BLASI *et al.* (2014) nell'ecoregione delle alpi centrali e orientali (*Central and Eastern Alps*), subsezione prealpina (1A2a *Pre-Alps*). In particolare, nella partizione fitogeografica della Lombardia centro-orientale (MARTINI *et al.*, 2012), la Val Sanguigno si trova in prossimità della zona di transizione esoadalpica, dove si manifesta il progressivo aumento di elementi microtermi che accompagna il passaggio da Prealpi ad Alpi Orobie.

Gli esemplari di *Saxifraga presolanensis* sono stato rinvenuti in una nicchia in ombra d'acqua sulla parete nord-orientale del Monte Corte a 2210 m di quota, versante idrografico destro dell'alta Val Sanguigno (Fig. 2). Il riconoscimento è avvenuto mediante le chiavi analitiche di PIGNATTI (1982). All'epoca del ritrovamento (19 luglio), 7 pulvini sui 10 osservati erano in antesi e in ottimo stato di salute.



Fig. 2 Monte Corte, Val Sanguigno (BG), versante nord, zona di ritrovamento della nuova stazione di *S. presolanensis*. 20/07/2012, foto di Federico Mangili

Il raccordo tra la parete rocciosa e i sottostanti pascoli è costituito da un'imponente falda detritica che dà origine a un *protalus rampart* (SCOTTI *et al.*, 2012). Il rilievo, così come il detrito sottostante, è interamente costituito da Verrucano Lombardo. L'unica possibile presenza di carbonati nelle vicinanze può essere rappresentata da arenarie e facies carbonatico-evaporitiche della Formazione di Collio, litotipi che però affiorano solo nel fondovalle e sul versante idrografico opposto (JADOUL *et al.*, 2012). La stazione è colonizzata da vegetazione casmofitica tendenzialmente acidofila. A causa delle marcate differenze geomorfologiche in uno spazio ristretto, non è stato ritenuto utile procedere all'esecuzione di un rilievo fitosociologico classico, ma sono stati redatti i seguenti elenchi floristici per le diverse morfologie della stazione:

Nicchia in ombra d'acqua: *Saxifraga presolanensis* Engler; *Cystopteris fragilis* ssp. *fragilis* (L.) Bernh.; *Viola biflora* L.

Roccia limitrofa non in ombra d'acqua: *Primula hirsuta* All.; *Rhodiola rosea* L.; *Astrantia minor* L.; *Saxifraga paniculata* Mill.; *Huperzia selago* (L.) Bernh.; *Avenella flexuosa* (L.) Parl.;

Cono detritico alla base della nicchia: *Peucedanum ostruthium* (L.) W.D.J.Koch; *Veratrum album* L.; *Cirsium spinosissimum* (L.) Scop.; *Viola biflora* L.; *Polystichum lonchitis* (L.) Roth.; *Adenostyles alliariae* (Gouan.) A. Kern.; *Astrantia minor* L.

Al fine di inquadrare meglio le esigenze edafiche della flora compagna, si riportano di seguito gli indici ecologici relativi alla reazione del suolo secondo LANDOLT *et al.* (2010), di cui si riporta la legenda:

1: fortemente acido (pH 2.5 – 5.5)

2: acido (pH 3.5 – 6.5)

3: leggermente acido – neutro (pH 4.5 – 7.5)

4: neutro – debolmente basico (pH 5.5 – 8.5)

5: fortemente acido (pH 6.5 – 8.5)

I: specie stenoecia per il fattore

II: specie euriecica per il fattore

SPECIE	INDICE REAZIONE SUOLO
<i>Saxifraga presolanensis</i>	5 I
<i>Cystopteris fragilis</i> ssp. <i>fragilis</i>	4 I
<i>Viola biflora</i>	3 I
<i>Primula hirsuta</i>	2 I
<i>Rhodiola rosea</i>	3 I
<i>Astrantia minor</i>	2 I
<i>Saxifraga paniculata</i>	4 II
<i>Huperzia selago</i>	2 I
<i>Avenella flexuosa</i>	1 II
<i>Peucedanum ostruthium</i>	3 II
<i>Veratrum album</i>	3 I
<i>Cirsium spinosissimum</i>	3 II
<i>Polystichum lonchitis</i>	4 I
<i>Adenostyles alliariae</i>	3 I

Tabella 1

Indici di reazione secondo LANDOLT *et al.* (2010) di *S. presolanensis* e della flora compagna rinvenuta.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La recente scoperta di questa nuova stazione di *S. presolanensis*, unitamente alle stazioni su substrato non carbonatico del Pione di Montefiore, del versante meridionale del monte Corte (FEDERICI, 1998) e del Pizzo della Corna (MARTINI *et al.*, 2012), riapre il problema di una migliore definizione ecologica e corologica di questa *policy species* (ROSSI *et al.*, 2013) stenoendemica. Si tratta, ad oggi, del quarto ritrovamento al di fuori dell'area calcareo-dolomitica prealpina, in contrasto con quanto affermato da ARIETTI & FENAROLI (1960), che la ritenevano esclusiva di questo settore. Nel settore esoendalpico delle Alpi Orobie (MARTINI *et al.*, 2012) è da tempo noto il rinvenimento su substrati silicei di specie ritenute tipiche di substrati calcarei (CHENEVARD, 1914; RODEGHER, 1929; RAVAZZI & FERLINGHETTI, 1986; FERRANTI 1997; MARTINI *et al.*), giustificato dalla vicinanza dei due contesti litologici e dalla presenza, in alcune delle formazioni geologiche orobiche di limitati quantitativi di

ioni calcio e magnesio, sufficienti però allo sviluppo di specie calcifile (FERLINGHETTI & BASSANELLI, 2011). Non appare essere questo il caso di *S. presolanensis*: la flora compagna (Tab. 1), eminentemente silicicola secondo LANDOLT *et al.* (2010), con solamente altre due specie compagne in grado di tollerare occasionalmente substrati debolmente basici, esclude che la presenza di questa specie nella nuova stazione del Monte Corte sia imputabile ad una locale presenza di carbonati, ma indica invece, unitamente agli altri ritrovamenti su substrati silicei, un'effettiva capacità di crescita e sviluppo anche su substrati francamente acidi. Questa scoperta, oltre a confermare l'elevato valore qualitativo del patrimonio floristico orobico (MARTINI *et al.*, 2012), rende necessario rivedere l'ecologia di questo stenoendemita e apre alla possibilità della presenza di nuove stazioni lungo tutta la fascia di contatto tra i litotipi calcareo-dolomitici prealpini e le formazioni terrigene delle Alpi Orobie vere e proprie. Particolare attenzione andrebbe quindi posta a tutta la testata della Val Sanguigno, dove gli affioramenti di Verrucano Lombardo, oltre che sul Monte Corte, si presentano in sinistra idrografica sull'articolato spartiacque che culmina nelle Cime di Val Sanguigno - Monte Pradella - Pizzo Salina, dove non mancano nicchie e fessure adatte alla peculiare ecologia di *S. presolanensis*.

Bibliografia citata

- AESCHIMANN D., BURDET H.M., 2008. Flore de la Suisse et des Territoires Limitrophes: Le Nouveau Binz. Ed 4. Haupt, Bern.
- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT J.P., 2004. Flora Alpina. Zanichelli, Bologna.
- ANDREIS C., VERDE S., ARMIRAGLIO S., CACCIANIGA M., CERABOLINI B. (2005). Elementi per una suddivisione della Lombardia in Distretti Geobotanici - *Informatore Botanico Italiano*, 37 (1, Parte A), 2005.
- ANDREIS C., SARTORI F., 2007. Vegetazione forestale della Lombardia, inquadramento fitosociologico - *Archivio Geobotanico*, 12-13, 2006-2007.
- ARIETTI G., FENAROLI L., 1960. Cronologia dei reperti e posizione sistematica della *Saxifraga presolanensis* Engler endemismo orobico. Fondazione per i problemi montani dell'arco alpino, 35: 5-28. Edizioni Insubriche, Bergamo.
- ASSERETO R., CASATI P., 1966. Il "Verrucano" nelle Prealpi Lombarde - Serie G. Pubblicazione N. 230 - Istituto di Geologia dell'Università di Milano. Milano, Piazzale Gorini 15.
- BONA E., 1996. 162. *Saxifraga presolanensis* Engler (Saxifragaceae). In: Gruppo bresciano di ricerca floristica, Segnalazioni floristiche per il territorio bresciano: 156-196. *Natura Bresciana*, 30:178.
- BLASI C., CAPOTORTI G., COPIZ R., GUIDA D., MOLLO B., SMIRAGLIA D., ZAVATTERO L., 2014. Classification and mapping of the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems*, 148: 1255-1345.
- CASATI P., GNACCOLINI M., 1967. Geologia delle Alpi Orobie Occidentali. *Riv. It. Pal. Strat.* 73: 25-162.
- CERIANI M., CARELLI M., 2000. Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo (registrate nel periodo 1891-1990), Scala 1:250.000 - Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio ed Urbanistica, U.O. Difesa del Suolo, Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici, Milano, 2000.
- CHENEVARD P., 1914. Contribution à la flore des Préalpes Bergamasques. *Ann. Conserv. Jard. Bot. Genève*, 18:120-192.
- CRESCINI A., FENAROLI F., TAGLIAFERRI F., 1985. Segnalazioni floristiche bresciane. *Natura Bresciana*, 20: 93-104.
- DEL FAVERO R., 2002. I tipi forestali della Lombardia - Regione Lombardia.
- ENGLER A., IRMSCHER E., 1919. Saxifragaceae, *Saxifraga*. *Das Pflanzenreich*, IV, 117: 302-303. Leipzig.
- FEDERICI G., 1998. Stazioni di *Saxifraga presolanensis* Engler su Verrucano Lombardo. *Notiziario Floristico del Gruppo Flora Alpina Bergamasca* 14: 18-22.
- FERRANTI R., 1997. Nuove segnalazioni floristiche per la provincia di Sondrio (Lombardia, Italia settentrionale). *Il Naturalista Valtellinese*, Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Morbegno, 8: 3-41.
- FERLINGHETTI R., BASSANELLI E., 2011. *Saxifraga presolanensis*, la regina dei fiori di roccia. Parco delle Orobie Bergamasche, via Libertà 21, Albino (BG).
- GELMI G., 1989. Contributo alla flora rupicola del Pizzo della Presolana (Prealpi Lombarde). *Riv. Mus. Civ. Sci. Nat. "E. Caffi" Bergamo* 13: 213-226.
- GRILLINI B., SUDATI F., DEI CAS M., ANGHILERI S., SIRONI D., COLOMBO A., NEGRI M., ROSSETTO S., BOSONI A., MEDA R., RICCIARDI F., 2011. Atlante dei climi e microclimi della Lombardia - Centro Meteorologico Lombardo.
- JADOUL F., BERRA F., BINI A., FERLIGA C., MAZZOCOLA C., PAPANI L., PICCIN A., ROSSI R., ROSSI S., TROMBETTA G.L., 2012. Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (foglio 077, Clusone). ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, LTS Land Technology & Service, Padova e Treviso, 2012.
- LANDOLT E., BÄUMLER B., ERHARDT A., HEGG O., KLÖTZLI F., LÄMMLER W., MICHAEL NOBIS M., RUDMANN-MAURER K., SCHWEINGRUBER F. H., THEURILLAT J., URMI E., VUST M., WOHLGEMUTH T., 201. Flora indicativa, Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps. Editions des conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. 376 pp.
- MANGILI F., RINALDI G., 2013. *Saxifraga presolanensis*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2014.3. Downloaded on 05 March 2015.
- MARAZZI S., 2005. Atlante orografico delle Alpi - SOIUSA, Pavone Canadese, Priuli and Verlucca Ed.

- MARTINI F., BONA E., FEDERICI G., FENAROLI F., PERICO G., 2012. Flora vascolare della Lombardia centro-orientale. 2 Voll. Lint Editoriale, Trieste.
- MERXMÜLLER H., WIEDMANN W., 1957. Ein nahezu unbekannter Steinbrech der Bergamasker Alpen. *Jahrb. d. Vereins z. Schutz d. Alpenpflanzen und Tiere*, XXXII: 115-120. Muenchen.
- PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia. Edagricole, Bologna
- RAVAZZI C., FERLINGHETTI R., 1986. Analisi dei caratteri geoambientali e tassonomici di una nuova stazione disgiunta di *Primula gr. glaucescens* nelle Alpi Orobie. *Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. "E. Caffi" Bergamo*, 10: 79-99.
- REISIGL H., PITSCHMANN H., 1959. Endemische Blütenpflanzen der Südalpen zwischen Luganersee und Etsch. *Veröffentlichungen d. Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich*, XXXV: 44-68. Bern.
- REISIGL H., PITSCHMANN H., 1965. Flora der Südalpen vom Gardasee zum Comersee. Stuttgart.
- RODEGHER E, RODEGHER A., 1929. Nuovissimo prospetto della flora della Provincia di Bergamo, III. *Atti dell'Ateneo Sc. Lett. Arti Bergamo*, 37-38.
- ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R. P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F. M., ORSENIGO S. (Eds.), 2013. Lista Rossa della Flora Italiana. 1 . Policy Species e altre specie minacciate. Comitato Italiano IUCN, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- SCOTTI R., BRARDINONI F., ALBERTI S., FRATTINI P., CROSTA G.B., 2012. A regional inventory of rock glaciers and protalus ramparts in the central Italian Alps. *Geomorphology*, 186:136-149.
- TAGLIAFERRI F., 1987. Segnalazioni floristiche per la Valle di Scalve [I Contributo]. *Natura Bresciana*, 23: 387-388.

8.5 NUOVA STAZIONE DI *BOTRYCHIUM MULTIFIDUM* (OPHIOGLOSSACEAE) IN LOMBARDIA

Publicato su *Informatore Botanico Italiano* 46 (2) 209-2013, 2014

Rinvenimento di una nuova stazione di *Botrychium multifidum* (Ophioglossaceae) in Lombardia

F. MANGILI, C. COMPOSTELLA, D. TAMPUCCI, M. CACCIANIGA

ABSTRACT – Finding of a new stand of *Botrychium multifidum* (Ophioglossaceae) in Lombardy. This work
INTRODUZIONE

Botrychium multifidum (S.G. Gmelin) Rupr. è una pteridofita appartenente alla famiglia delle Ophioglossaceae, ordine Ophioglossales (ANDERSON 2005).

Si tratta di un elemento corologico circumboreale, diffuso nelle regioni temperato–fredde dell'emisfero nord, con alcune stazioni disgiunte su Alpi, Carpazi, Massiccio Centrale Francese e Himalaya (ANDERBERG, 2003; JONSELL, 2000; WAGNER, 1993), per cui PIGNATTI (1982) considera la specie anche come elemento artico–alpino. Sull'arco alpino AESCHIMANN *et al.* (2004) la indicano genericamente per l'Alta Savoia in Francia, le provincie di Torino, Verbania, Sondrio, Brescia, Trento, Bolzano, Belluno in Italia, Carinzia, Stiria, Tirolo settentrionale, Tirolo orientale, Austria inferiore in Austria, Schwaben in Germania, e porzione alpina della Slovenia. Nella banca dati informatica sulla cartografia svizzera (www.infoflora.ch) la specie è indicata presente con due stazioni nei pressi di Davos, nel cantone Grigioni.

In Italia è rara: storicamente FIORI (1943) parla di *B. matricariae*, indicandolo come sinonimo di *B. multifidum* (FIORI, 1943), segnalandolo in diverse località per il Trentino, l'Alto Adige, la Lombardia (riviste nel più recente lavoro di BONA *et al.*, 2005) ed il Piemonte, dove lo indica per la Val d'Ossola, presso la cascata del Rio Fultuder e presso l'Alpe la Piana: di queste stazioni non si ha certezza della presenza attuale (MARCHETTI, 2004). PIGNATTI (1982) la indica presente genericamente in Piemonte, Lombardia, Trentino Alto–Adige e Toscana. Dati più precisi sulla distribuzione in Italia Nord–Orientale sono disponibili in BONA *et al.* (2005), che esclude la presenza in Veneto indicata genericamente in AESCHIMANN *et al.* (2004). In Alto Adige – Sudtirolo è certamente presente in Val di Vallaga, nella limitrofa Val di Puntleid (HORN *et al.*, 2005), in Val Arunda (WILHALM, *in litt.*), mentre è considerata incerta la presenza in Val Senales indicata in FIORI

reports a new stand of *Botrychium multifidum* in Italy, localized in a rich stand of *Sanguisorba dodecandra* in the Scais Valley (Orobian Alps, Italy). An ecological and phytosociological description of the new population, and information about this policy species in Italy in the light of the new finding, are given.

Key words: Alpine flora, Ophioglossaceae, *Botrychium multifidum*, policy species, Valtellina.

(1943), ripresa da una segnalazione anonima del 1877 in DALLA TORRE & SARNTHEIN (1906). Per il Trentino la presenza di questa specie è stata confermata solo di recente con una stazione presso Masi di Cavalese (BERTOLLI & PROSSER, 2014), mentre non sono confermati da ritrovamenti recenti i seguenti dati storici: Val di Forzio (LOSS, 1868), Malgazza di Sotto (PFAFF, 1933), Paneveggio (Matz in Hb Gelmi, s. d., TR), Caoria (BALL 1868), Passo Rolle, Alpe Malgazza, Regana presso Rio Vanoi (FIORI, 1943). In Lombardia la specie è nota esclusivamente per una popolazione di pochi esemplari in Val Brandet (BS), dove la stazione di crescita è seriamente minacciata a causa dell'erosione della sponda da parte del torrente Brandet (BONA *et al.* 2005). In provincia di Sondrio è indicata la presenza da BONALBERTI *et al.* (1995), che riprende le segnalazioni storiche di CHRIST (1900), LEVIER (1900), FURRER & LONGA (1915) FIORI (1943), FORNACIARI (1952), BECHERER (1968), FENAROLI (1971), per S. Carlo, Val Fontana, Pian dei Cavalli e Bormio in alta Valtellina: in queste località non è più stata osservata negli ultimi 30 anni (BONA *et al.* 2005). Per le restanti regioni i dati più aggiornati sono disponibili, oltre alle segnalazioni di FIORI (1943), le informazioni fornite da SALSI in MARCHETTI (2003), secondo il quale è presente in Val Formazza (VB) e sul Monte Maggiore presso l'Abetone (FERRARINI, 1986), oltre che in un vaccinieto sopra Fanano (MO), tra il monte Lagoni e il monte Libro Aperto (Herb. Salsi, Herb. Marchetti). Alla luce dei più recenti lavori (BONA *et al.*, 2005, MARCHETTI, 2004) la specie risulta quindi presente con certezza esclusivamente in Alto Adige (4 stazioni), in Lombardia (2 stazioni inclusa quella descritta nella presente nota), in Trentino (1 stazione), in Piemonte (1 stazione) e in Emilia-Romagna (2 stazioni).

DESCRIZIONE DELLA SPECIE

Presenta 1-2-(3) fronde sterili, inserite alla base della pianta, spesso orizzontali o appressate al suolo, lungamente picciolate, di forma triangolare, da bipinnate a tripinnate – pinnatifide, 15-65 x 18-80 mm, verde scuro lucente. Il paio inferiore di pinne è più largo degli altri. Le pinnule, di forma da obovato a triangolare, presentano un breve gambo. La fronda fertile, con un picciolo di 15-100 (150) mm è nettamente più lunga della fronda sterile. Presenta forma triangolare, bi-tripinnata, 20-90 x 20-60 mm, di colore rossastro. Le spore maturano dalla tarda estate fino all'autunno (JONSELL, 2000). La specie è estremamente longeva e sembra possa superare i 100 anni di età (ANDERSON, 2005).

Botrychium multifidum è specie di praterie e pascoli montani e subalpini, schiarite di vaccinieti e brughiere, su suolo acido, da 950 m. a 1900 m. di altitudine (SOSTER, 2001). Secondo AESCHIMANN *et al.* (2004), sulle Alpi l'alleanza di riferimento è il *Nardion strictae* Br.-Bl. La specie predilige suoli moderatamente sabbiosi e sembra necessitare di un certo grado di disturbo, talora anche elevato (ANDERSON, 2005; JONSELL, 2000). Secondo AESCHIMANN *et al.* (2004) è un elemento corologico Nord-Americano eurosiberiano (circumboreale), mentre la forma biologica è geofita.

PROTEZIONE

Botrychium multifidum è specie protetta in modo rigoroso dalla Regione Lombardia secondo l'Allegato C1 della Legge Regionale 31 Marzo 2008 n. 10, ed è inclusa nell'Allegato 1 (specie di flora rigorosamente protette) della Convenzione di Berna. Per quest'ultimo motivo è stata inclusa nelle *policy species* della Lista Rossa della Flora Italiana (ROSSI *et al.*, 2013), dove è classificata *endangered* (EN), secondo il criterio IUCN B2, sottocriteri aB1, II, IV, V., (GARGANO, 2008).

DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

Nel Settembre 2011 in un rilievo eseguito in Val di Scais (SO) è stata individuata una stazione di *Botrychium multifidum*. L'identificazione è stata eseguita mediante le chiavi analitiche di AESCHIMANN, BURDET, 2008. E' stato anche prelevato un campione di spore dalla fronda fertile.

La Val di Scais (SO), vedi fig. 1, è situata sul versante settentrionale delle Alpi Orobie orientali, nel gruppo di Coca, codice SOIUSA 29.IA2 (MARAZZI, 2005). E' percorsa dal torrente Caronno, che confluisce nel torrente Venina (proveniente dalla parallela Val Venina) poco a monte dell'abitato di Vedello (1032 m.), dove le due valli si uniscono in un'unica valle tributaria in destra orografica della Valtellina. Nella sua porzione più meridionale la Val di Scais, presenta ancora fenomeni di glacialismo attivo con i ghiacciai di Porola e Scais (BONARDI *et al.*, 2012), situazione non comune per le Alpi Orobie.

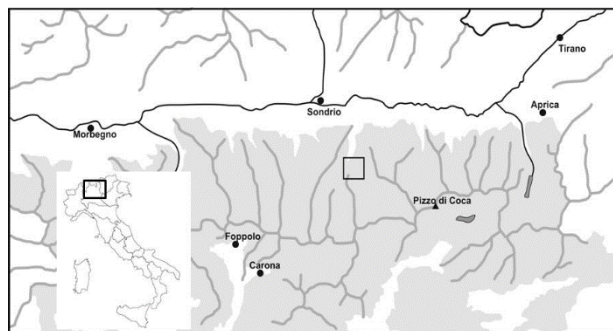


Fig. 1

Localizzazione della nuova stazione di *Botrychium multifidum*.

Localization of the new station of *Botrychium multifidum*.

La porzione settentrionale, tra l'abitato di Vedello e lo sbocco nella Valtellina, nella quale è ubicata la stazione in esame, è caratterizzata da affioramenti di paragneiss e micascisti della formazione degli Scisti di Edolo. A monte della diga del Lago di Scais (1450 m) domina la formazione degli Gneiss di Morbegno; la porzione meridionale posta ad altimetria più elevata, oltre i 2300 m di quota, è formata dalla litofacies arenacea della Formazione di Collio, che costituisce anche le vette che coronano la vedretta di Scais: Punta di Scais 3038 m, Pizzo di Redorta 3038 m, Pizzo Brunone 2724 m (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, FOGLIO 056, SONDRIO, 1:50000, 2011). Il fondovalle è caratterizzato lungo il corso del torrente da estesi depositi di ghiaie e diamicton massivi a clasti spigolosi, mentre i versanti sono occupati da estesi conoidi di deiezione.

Il clima della Valtellina è per la maggior parte di tipo continentale, con temperature minime nel mese di gennaio e massime a luglio e piovosità variabili da circa 700 a oltre 2000 mm/anno. La Val di Scais, con una piovosità media annua di 1715 mm/anno (CERIANI, CARELLI, 2000) presenta condizioni climatiche di tipo più oceanico rispetto al fondovalle, pure poco distante, a causa della sua vicinanza con il crinale orobico di confine. Per quanto riguarda la regione biogeografica la stazione di *Botrychium multifidum* rientra in quella eurosiberiana, Provincia alpina, settore Alpi Centrali (RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 2004). Secondo BLASI & FRONDONI (2011), la stazione è posta all'interno del settore eco-geografico 12B (*Orobie Alps Section*).

La stazione di *Botrychium multifidum* è situata su un ampio conoide consolidato in sinistra idrografica della vallata, poco a Nord dell'abitato di Agneda a 1250 m di quota a margine della strada sterrata che porta alla diga del Lago di Scais.



Fig. 2

Aspetto della stazione di ritrovamento di *Botrychium multifidum*, 17/10/2011, Val di Scais. Foto di Federico Mangili.

Appearance of the finding site of *Botrychium multifidum*, 17/10/2011, Scais Valley. Photo by Federico Mangili

Per un migliore inquadramento della vegetazione, in corrispondenza della stazione di crescita è stato effettuato un rilievo fitosociologico, riportato in tabella 1:

Tab. 1

Rilievo nella stazione di ritrovamento di *Botrychium multifidum*.

Phytosociological survey of *Botrychium multifidum* finding site.

Esposizione	95°
Inclinazione	20°
Quota (m. - s.l.m.)	1250
Superficie (m²)	10
Copertura	90%
<i>Sanguisorba dodecandra</i> Moretti	4
<i>Agrostis schraderiana</i> Bech.	2
<i>Anthoxanthum alpinum</i> Love & Love	1
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	1
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	1
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.	1
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.	1
<i>Fragaria vesca</i> L.	1
<i>Nardus stricta</i> L.	1
<i>Rubus idaeus</i> L.	1
<i>Berberis vulgaris</i> L.	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	+
<i>Hieracium pilosella</i> L.	+
<i>Laburnum alpinum</i> (Mill.) Bercht. & J. Presl.	+
<i>Phleum pratense</i> L.	+
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	+

<i>Rumex alpestris</i> Jacq.	+
<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	+
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	+
<i>Urtica dioica</i> L.	+
<i>Vincetoxicum hirudinaria</i> Medik.	+
<i>Viola riviniana</i> Rchb.	+
<i>Botrychium multifidum</i> (S.G. Gmelin) Rupr.	r

La copertura vegetale è distante dalla potenzialità forestale della zona, che ricade nella serie prealpina occidentale del faggio e dell'abete rosso (*Oxalido acetoselli-Fagetum sigmetum*: VERDE *et al.*, 2010). L'area è infatti interessata da un moderato disturbo gravitativo e ad opera delle acque dilavanti, a cui si aggiunge con ogni probabilità l'azione antropica passata.

DESCRIZIONE DELLA POPOLAZIONE

La popolazione rinvenuta consiste in un unico individuo in buono stato vegetativo, che all'epoca del ritrovamento (17 Settembre) presentava la fronda fertile completamente sviluppata con gli sporangi giunti a maturazione. Ricerche accurate nelle vicinanze non hanno consentito di ritrovare altri individui. L'effettiva consistenza della popolazione è tuttavia da definire, in quanto la specie presenta gametofiti sotterranei e anche allo stadio di sporofito è in grado di vivere quiescente nel sottosuolo per uno o più anni (ANDERSON, 2005); nel genere *Botrychium* una popolazione normalmente consiste di numerosi gametofiti sotterranei, e la presenza di un singolo sporofito può comunque essere indice di una popolazione vitale (ANDERSON, 2005).

CONCLUSIONI

Il ritrovamento di *Botrychium multifidum*, inclusa nelle *policy species* italiane (ROSSI *et al.*, 2013) è di rilevante interesse, in quanto specie rara in tutto il suo areale e protetta da leggi regionali e internazionali; in altri Paesi (Stati Uniti) è sottoposta a specifici programmi di conservazione (ANDERSON, 2005). La stazione di Val di Scais porta a due i siti confermati di crescita della specie in Lombardia, che ricordiamo essere ridottissimi sull'intero territorio nazionale.

Dal punto di vista conservazionistico il sito di crescita è incluso nel Parco delle Orobie Valtellinesi, ma desta comunque preoccupazione il ridottissimo numero di esemplari presenti e la vicinanza con la strada sterrata carrabile per la diga di Scais. Si sottolinea inoltre, come ulteriore motivo d'importanza conservazionistica, la notevole presenza di *Sanguisorba dodecandra* MORETTI, stenoendemica inclusa nella Lista Rossa Italiana e classificata NT (*Near Threatened*) secondo la *red list* IUCN (GENTILI, *et al.*, 2010).

In futuro sono necessari ulteriori sopralluoghi, sia per verificare l'eventuale presenza di *Botrychium multifidum* in altri luoghi della valle, dove non mancano gli habitat adatti ad ospitare la specie, sia per verificare il

trend della popolazione; il particolare ciclo vitale della specie rende infatti necessaria un'osservazione prolungata su più anni per valutare l'effettiva consistenza e dinamica della popolazione (ANDERSON, 2005). Questo vale anche per la verifica delle stazioni storicamente segnalate sul territorio italiano e per la ricerca di nuove stazioni.

La scoperta di questa nuova stazione non fa che confermare l'elevato valore qualitativo del considerevole patrimonio floristico delle Alpi Orobie, unico nell'arco alpino (MARTINI *et al.*, 2012).

BIBLIOGRAFIA

- AESCHIMANN D., BURDET H.M., 2008 - *Flore de la Suisse et des Territoires Limitrophes: Le Nouveau Binz*. Ed 4. Haupt, Bern.
- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT J.P., 2004 - *Flora Alpina*. Zanichelli, Bologna.
- ANDERBERG A., 2003, - *Den Virtuella Flora*, Naturhistoriska Riksmuseet. Available at <http://linnaeus.nrm.se/flora/>.
- ANDERSON, D.G., 2005 - *Botrychium multifidum* (Gmel.) Rupr. (leathery grapefern): a technical conservation assessment. [Online]. USDA Forest Service, Rocky Mountain Region. Available: <http://www.fs.fed.us/r2/projects/scp/assessments/botrychiummultifidum.pdf>
- BALL J., 1868 - *A guide to eastern Alps*. London.
- BECHERER A., 1968 - *Promenade dans la flore pteridologique de la Suisse et des régions limitrophes*. Trav. Soc. Bot. Gen., Genève, 9:27-33.
- BERTOLLI A., PROSSER F., 2014 - *Segnalazioni Floristiche Tridentine*. IX. Ann. Mus. Civ. Rovereto, vol. 29: 131-174.
- BONA E. (ed.), MARTINI F., NIKLFELD H., PROSSER F., 2005 - *Atlante corologico delle Pteridofite nell'Italia nordorientale. Distribution Atlas of the Pteridophytes of North-Eastern Italy*. Museo Civico di Rovereto. Edizioni Osiride, Rovereto (TN).
- BONALBERTI C., PERONI A., PERONI G., (1995) - *Contributo alla conoscenza della flora pteridologica della provincia di Sondrio*. Boll. Soc. Tic. Sci. Natur. (Lugano) 83 (1-2), 121-180.
- BONARDI L., ROVELLI E., SCOTTI R., TOFFALETTI A., URSO M., VILLA F. (2012) - *I ghiacciai della Lombardia: evoluzione e attualità*. Servizio Glaciologico Lombardo, Hoepli ed.
- CERIANI M., CARELLI M., 2000. - *Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo*. Regione Lombardia, struttura rischi idrogeologici e sismici
- CHRIST H., 1900 - *Beitrage zur Kriptogamenflora der Schweiz*. 1 (2): *Die Farnkrauter der Schweiz*. Bern
- DALLA TORRE K. W., SARNTHEIN L., 1906. *Beitrage zur geographischen Verbreitung von Phanerogamen und Gefaßkryptogamen in den Ostalpen, nach einem Manuskript von Adalpert Rudel in Ansbach*. XIV. Bericht des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen (E. V.), Bamberg, 1914-19: 26-54.
- FENAROLI L., 1971. - *Flora delle Alpi*. Aldo Martelli Editore, Milano.
- FERRARINI E., 1986. - *Iconographia Palynologica Pteridophytorum Italiane*. Webbia, 40: 1-202.
- FIORI A., 1943 - *Flora Italica Cryptogama. Pars V: Pteridophyta. Filicinae, Equisetinae, Lycopodinae*. Firenze, tipografia Mariano Ricci, 29 Febbraio 1943 - XXI.
- FURRER E., LONGA M., 1915 - *Flora von Bormio*. Beihefte z. Bot. Central., Dresden 33: 1-15.
- FORNACIARI G., 1952 - *Flora e vegetazione delle Valli del Mera e dell'Adda. 2° contributo: Hydropteridales, Equisetinae, Lycopodinae*. Boll. Soc. Adriat. Sci. Nat., Trieste, 49: 59 - 108.
- GARGANO D., 2008 - *La procedura IUCN, generalità*. Inf. Bot. Ital., 40 Suppl. 1, 25-34.
- GENTILI R., PAROLO G., ROSSI G., ABELI T., 2010 - *Sanguisorba dodecandra*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species.
- HORN K., SACKWITZ P., WHILALM T., 2005 - *Die Verbreitung seltener Mondrauten (Botrychium spp., Ophioglossaceae, Pteridophyta) in Südtirol und dem angrenzenden Trentino (Italien)*. Gredleriana, 5: 59-84.
- JONSELL B., 2000. - *Ophioglossaceae*. in B. JONSELL B., 2000, *Flora Nordica 1*. Stockholm.
- LEVIER E., 1900 - *Di alcuni Botrychium rari della flora italiana*. Bull. Soc. Bot. It., Firenze, 3: 133-137.
- LOSS G., 1868 - *La Valle di Non*. Saggio d'Illustrazione delle Alpi trentine. Trento.
- MARAZZI S., 2005 - *Atlante orografico delle Alpi*. SOIUSA, Pavone Canadese, Priuli & Verlucca Ed.
- MARCHETTI D., 2003 - *Notule Pteridologiche Italiane*. III (64-84). Ann. Mus. Civ. Rovereto, vol. 18: 65-81.
- , 2004 - *Le pteridofite d'Italia*. Ann. Mus. Civ. Rovereto, 19 (2003): 71-231.
- MARTINI F. (ed.), BONA E., FEDERICI G., FENAROLI F., PERICO G., 2012 - *Flora vascolare della Lombardia centro-orientale. 2 voll.* LINT Editoriale Trieste
- PEAFF W., 1933 - *Le "Buche del Ghiaccio" di Lasés e la loro flora*. Studi Trent. Sci. Nat., 12: 177-187.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R. P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F. M., ORSENIGO S. (Eds.), 2013 - *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2011 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 056, Sondrio*. A cura di A. Borlani e A. Bini. ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- SOSTER. M., 2001 - *Identikit delle felci d'Italia*. Borgosesia
- VERDE S., ASSINI S., ANDREIS C., 2010- *Le serie di vegetazione della regione Lombardia*. In: C. BLASI, 2010 (ed.), *La vegetazione d'Italia*. Palombi & Partner s.r.l. Roma.
- WAGNER W. H. JR. & WAGNER F. S., 1993 - *Ophioglossaceae*. In: FLORA OF THE NORTH AMERICA EDITORIAL COMMITTEE, *Flora of North America Vol. 2: Pteridophytes and Gymnosperms*: 85-106 Oxford University Press, New York, NY.

RIASSUNTO – Rinvenimento di una stazione di *Botrychium multifidum* (Ophioglossaceae) in Lombardia e status della specie in Italia – Questo lavoro segnala il ritrovamento di un nuova stazione di *Botrychium multifidum* localizzata in una ricca stazione di *Sanguisorba dodecandra* in Val di Scais (Alpi Orobie, Italia). I risultati riepilogano le informazioni sulla presenza di questa *poicy species* in Italia alla luce di questo nuovo ritrovamento, e le caratteristiche stazionali, ecologiche e floristiche del sito di ritrovamento.

AUTORI

Federico Mangili (federico.mangili@unimi.it), Duccio Tampucci (duccio.tampucci@unimi.it), Marco Caccianiga (marco.caccianiga@unimi.it), Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Bioscienze, Via Celoria, 26, 2C - 20133 Milano, Chiara Compostella (chiara.compostella@unimi.it), Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra, Via Mangiagalli 34 – 2013

8.6 DRACOCEPHALUM AUSTRIACUM L. SCHEDE PER UNA LISTA ROSSA DELLA FLORA ITALIANA

Publicato su *Informatore Botanico Italiano* In: *Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica Italiana*. *Informatore Botanico Italiano* 47 (2), 267-270, 2015

Dracocephalum austriacum L.

F. MANGILI, V. MAGGIALI, A. SELVAGGI, T. WILHALM, F. PROSSER, S. ORSENIGO, M. CACCIANIGA

Nomenclatura:

Nome scientifico: *Dracocephalum austriacum* L.
Famiglia: *Lamiaceae*
Nome comune: Melissa austriaca

Descrizione. Pianta erbacea perenne alta 20-60 cm, a rizoma lignificato. Fusto eretto con peli lanosi addensati ai nodi. Foglie inferiori divise in 3 (5-7) lacinie lineari, le superiori generalmente semplici e convolute, quindi di aspetto lineare. Fiori riuniti in un'infiorescenza compatta, di 2-4 verticillastri, calice bilabiato, con tubo di circa 9 mm e denti di 6 mm: il superiore largo 3-4 volte gli altri. Corolla di un viola intenso, lunga 30-40mm con tubo incurvato. (PIGNATTI, 1982). Frutto formato da quattro carpelli lisci avvolti dal calice persistente.

Biologia. Camefita suffruticosa, con fioritura da metà maggio ai primi di luglio. L'impollinazione è entomofila (DOSTÁLEK *et al.*, 2010) ma non si hanno notizie di specifici impollinatori; osservazioni condotte sul campo da parte degli autori hanno documentato una certa prevalenza di imenotteri del genere *Bombus*. $2n=14$ (HEYWOOD, 1972). Secondo DOSTÁLEK *et al.* (2010), il successo riproduttivo è fortemente correlato alla presenza di grandi popolazioni ben diversificate geneticamente. Da notare che la pianta è in grado di vivere per parecchi decenni ma non si riproduce clonalmente (DOSTÁLEK, 2009), ed è probabilmente in grado di produrre banche di semi persistenti nel tempo (DOSTÁLEK, MÜNZZBERGOVÁ, 2013).

Ecologia. Secondo PIGNATTI (1982), cresce in aree xerothermiche a clima continentale, dove predilige praterie aride e rocciose, steppiche, preferibilmente orientate a sud, a volte anche in radure di pinete (KÄSERMANN, 1999). Secondo AESCHIMANN *et al.* (2004) mostra una certa preferenza per i suoli calcarei, ma senza disdegnare quelli silicei, comunque sempre scarsi in humus. Nelle Alpi è specie ascrivibile ai *Festucetalia valesiacae* Br.-Bl. *et R.* Tx. ex Br.-Bl 1949 (AESCHIMANN *et al.*, 2004), ed occasionalmente può comparire in orli termofili dei *Geranium sanguinei* Tx. in Müller 1961; nelle Alpi

Occidentali francesi la specie è stata anche associata alle alleanze *Stipo-Poion carniolicae* Br.-Bl. 1961, *Xerobromiom erecti* (Braun-Blanq. & Moor 1938) Moravec in Holub, Heijny, Moravec & Neuhausl 1967 e *Lavandulo angustifoliae-Genistion cinereae* Barbero, Loisel & Quézel 1972 (BENSETTITI *et al.*, 2002).

Distribuzione in Italia.

Regione biogeografica: secondo BLASI *et al.* (2014) l'areale italiano ricade nella Divisione temperata, Regione alpina, nelle porzioni 1A2c (Alpi Occidentali) e 1A1a (Alpi Centro Orientali).

Regione amministrativa: Lombardia (SO), Trentino Alto Adige (TN, BZ), Piemonte (CN), Valle d'Aosta.

Numero di stazioni: Trentino - Alto-Adige: sono presenti 3 stazioni in provincia di Trento, 2 prossime tra di loro in Val di Non, presso il Monte Malachin (LUTTEROTTI, 1976) e presso il monte Cornello (PROSSER, 1995), ed una più isolata presso Albaredo (comune di Rovereto). In provincia di Bolzano, è stata inizialmente indicata da FACCHINI (1855) presso Cengles. Questa stazione è stata a lungo ritenuta estinta (BECHERER, 1975; KIEM, 1979; PEDROTTI, 1983), prima del ritrovamento da parte di Englert in KIEM (1983), di B. Wallnöfer (1984, *ined.*) e, più recentemente nel 2002 della conferma di Wilhalm (*ined.*). La supposta estinzione è dovuta probabilmente al fatto che una parte della popolazione (al piè del pendio) è sparita in seguito sia all'intensificazione delle pratiche agricole che al rimboschimento, e l'altra, ancora esistente, è difficilmente accessibile.

Una seconda stazione, tutt'ora esistente, è stata scoperta nel comune di Prato allo Stelvio nel 2000 da Thomas Haberler.

Lombardia: una sola stazione situata nel comune di Livigno (SO), recentemente scoperta da REINALTER (2004).

Piemonte: presente una sola stazione in valle Stura di Demonte (TOGNON, DE MARIA, 1998) dove è oggetto di un monitoraggio avviato nel 2000 e tutt'ora in corso (SELVAGGI *et al.*, in stampa). La generica indicazione di PIGNATTI (1982) per il Moncenisio è in realtà da riferirsi a stazioni situate in territorio francese; nell'Erbario Barbieri (XIX secolo), conservato presso il Liceo "Virgilio" di Mantova è presente un'*exsiccatum* riportante la generica indicazione "Piemont". Valle d'Aosta: presso l'erbario di Torino (TO) esiste una raccolta effettuata da Bonnaz nel 1834 presso "Ollomont": da allora la specie non è più stata ritrovata nel territorio regionale (BOVIO, 2014), pur non mancando ambienti adatti ad ospitarla. Priva di fondamento appare invece l'indicazione di BALL (1896) per "Villeneuve to Ivrea".

Tipo corologico e areale globale. Secondo PIGNATTI (1982) è elemento sud-europeo caucasico, mentre per AESCHIMANN *et al.* (2004) è est-europeo. E' diffusa in maniera discontinua dai Pirenei Orientali, dove è estinta (TISON & DE FOUCAULT, 2014), fino al Caucaso (DOSTÁLEK, MÜNZZBERGOVÁ, 2013) includendo Francia, Italia, Svizzera, Austria, Repubblica Ceca, Repubblica Slovacca, Ungheria, Romania, Ucraina, Russia, Turchia in Europa (MEUSEL *et al.*, 1978) e nelle regioni del Daghestan e del Lazistan in Caucaso (KÄSERMANN, 1999).

Minacce.

Secondo lo schema di classificazione IUCN(2012) la specie è sottoposto alle seguenti minacce.

4.1 *Roads and railroads.* La stazione piemontese, che si trova ai margini di una strada sterrata carrozzabile, potrebbe essere minacciata da interventi di manutenzione ordinaria della strada o dalla realizzazione di opere di protezione connesse alla stessa.

5.2.2. *Gathering terrestrial plants.* La pratica del decespugliamento, appurata per alcune stazioni (Albaredo, e, limitatamente, Cornello e monte Malachin), è estremamente negativa per questa specie incapace di riprodursi clonalmente (DOSTÁLEK, 2009).

6.1. *Recreational activities.* Nella stazione piemontese la facile accessibilità rappresenta un rischio per la frequentazione, talora eccessiva, di fotografi e botanici interessati a visitare la stazione.

8.2.2. *Problematic native species/diseases.* La sovrabbondanza di individui che si registra in alcune popolazioni di ungulati selvatici (cervi e caprioli) è causa di danneggiamento di alcune stazioni: in particolare è stato appurato che gli ungulati saltano appositamente le recinzioni a protezione della stazione presso Cengles, con l'idea di trovarvi ortaggi, pascolando quindi tutto ciò che si trova all'interno.

10.3. *Avalanches and landslides.* La stazione lombarda e parte di quella piemontese, a causa dell'elevata inclinazione del pendio e della prossimità di una parete rocciosa, è a forte rischio d'instabilità geomorfologica. Uno studio condotto su 7 siti nelle Alpi francesi indica l'elevata inclinazione dei pendii come un fattore di rischio per la sopravvivenza dei popolamenti (NICOLÈ *et al.*, 2011).

11.1. *Habitat shifting and alteration.* Una forte minaccia è costituita dall'avanzata degli orli boschivi nelle limitate radure dove si situano alcune stazioni: ciò risulta fatale per la spiccata eliofilia di questa specie.

11.3 *Temperature extremes.* Uno studio condotto su 7 siti nelle Alpi francesi evidenzia come l'aumento delle temperature medie estive rappresenti un fattore negativo per la dinamica dei popolamenti e come tale effetto sia compensato dall'aumento delle temperature medie primaverili che viceversa ha effetti positivi. Un sostanziale bilancio negativo si ha nelle stazioni a elevata pendenza che risultano le più vulnerabili all'innalzamento delle temperature

prevedibile e connesso ai cambiamenti climatici in atto (NICOLÈ *et al.*, 2011).

Criteri IUCN applicati

In base ai dati disponibili è stato applicato il criterio B (IUCN, 2014).

Criterio B

Sottocriteri

B1-Areale regionale (EOO): 20.384 km². E' stato calcolato con il metodo dell' α -bull effettuando la triangolazione di Delauney in ambiente GIS.

B2-Superficie occupata (AOO): 28 km² calcolato mediante griglia 2x2 (GARGANO, 2011)

Opzioni

a) *Numero di "location" e distribuzione estremamente frammentata:* sulla base delle minacce osservate possono essere identificate 5 *location*. Le stazioni presso Cengles (BZ), Prato allo Stelvio (BZ), Albaredo (TN), Cornello (TN), Monte Malachin (TN), sono minacciate dalla chiusura ad opera dell'avanzamento del bosco delle radure dove la specie vive. Questo è particolarmente evidente nelle stazioni venostane, mentre quelle trentine sopravvivono grazie alla presenza di una linea di tiro al cervo, mantenuta parzialmente decespugliata esclusivamente da cacciatori locali. La popolazione piemontese dista molto più di 30 km dalle stazioni delle Alpi Orientali; le stazioni trentine distano più di 30 km da quelle venostane e quella lombarda.

b) (iii) *Declino della qualità/estensione dell'habitat.* La stazione presso Ollomont (AO) non è più stata riconfermata nonostante ricerche dopo più di un secolo (BOVIO, 2014). Una stazione individuata da R. Lorenz presso Prato allo Stelvio nel 1980 è andata perduta a seguito di operazioni di bonifica del territorio. Anche la stazione indicata al Moncenisio da PIGNATTI (1982) non è più stata ritrovata, ma, verosimilmente, è da riferirsi a popolazioni presenti sul versante francese.

Categoria di rischio.

Criterio B – AOO inferiore a 500 km², numero di *location* uguale a 5, distribuzione estremamente frammentata e scomparsa di alcune stazioni storiche. Categoria di rischio: *Endangered*, EN B2ab(iii).

Iterazioni con la popolazione globale. La stazione lombarda è posta nello stesso bacino idrografico di due grandi stazioni in Engadina (INFO FLORA, 2004-2015) tuttavia, data l'impollinazione di tipo entomofilo, è poco probabile sebbene non impossibile, che sussista uno scambio genetico con la popolazione del Livignasco.

Sulle Alpi Occidentali francesi sono presenti alcune grosse popolazioni (CHAS, 1994), ma tutte piuttosto distanti (>30 km) dalla stazione nota in Italia per questo settore alpino. Ancora più distanti da tutte le stazioni italiane, sono invece le popolazione censite per il Vallese svizzero (INFO FLORA, 2004-2015).

Status alla scala "regionale": *Endangered* EN B2ab(iii). In provincia di Bolzano era stata precedentemente valutata come *Critically Endangered*,

CR, (WILHALM & HILPOLD, 2006); in provincia di Trento era stata precedentemente valutata come *Endangered* EN (PROSSER, 2001)

- *Status* alla scala globale: *Not Evaluated* (NE), vedi note.
- Precedente attribuzione a livello nazionale: VU (CONTI *et al.*, 1992); EN (ROSSI *et al.*, 2013).

Strategie/Azioni di conservazione. *D. austriacum* è specie inserita negli Allegati II e IV della Direttiva 43/92/CEE “Habitat” che includono le specie d’interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione e una protezione rigorosa; e rientra tra le specie incluse nell’allegato I della convenzione di Berna. In quanto specie inclusa nella Direttiva Habitat, è raccomandabile l’ampliamento del SIC IT2040004 (Valle Alpisella) in modo da includere al suo interno la stazione lombarda che si trova in prossimità. Le stazioni venostane di Cengles e Prato allo Stelvio sono incluse rispettivamente nei SIC IT3110043 (prati aridi rocciosi di S. Ottilia) e IT3110042 (prati aridi rocciosi di Agumes). La stazione trentina del Monte Malachin è inclusa nel SIC IT3120116 (Monte Malachin), quella presso Albaredo nel SIC IT3120114 (Monte Zugna); quella al monte Cornello non è inclusa in nessun SIC e/o area protetta. La stazione lombarda è posta all’interno del Parco Nazionale dello Stelvio ma non è inclusa in nessun SIC, anche se è prossima al SIC IT2040004 (Valle Alpisella). La stazione piemontese della Val Stura di Demonte è inclusa nel SIC IT1160021, Gruppo del Tenibres (SINDACO *et al.*, 2008). Nella provincia autonoma di Bolzano è protetta, inclusa nell’allegato B della legge provinciale n°6 del 12 maggio 2010 (PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO, 2010). Nella provincia autonoma di Trento è protetta dalla legge provinciale n°11 del 23 maggio 2007 (PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2007). In Lombardia la specie è protetta in modo rigoroso (categoria C1) dalla legge regionale n°10 del 31 marzo 2008 (REGIONE LOMBARDIA, 2010). In Piemonte la specie è inclusa nell’elenco delle specie vegetali a protezione assoluta inserite in allegato alla L.R. 32/82 per cui è fatto divieto di raccolta e, ai sensi dell’articolo 40 della L.R. 19/2009 “Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità” e della D.G.R. 7 aprile 2014 n. 54-7409, per i siti che ospitano la presenza della specie sono indicati divieti e obblighi specifici finalizzati a garantirne la conservazione. Considerata l’avanzata degli orli boschivi come minaccia principale, si raccomanda un attento monitoraggio annuale di tutte le stazioni, ed eventuali interventi di rimozione delle plantule di alberi e arbusti ombreggianti. Inoltre, in accordo con DOSTÁLEK *et al.* (2010), secondo il quale è fondamentale la presenza di popolazioni geneticamente differenti per la sopravvivenza di questa specie, andrebbero promossi studi sulla diversità genetica e sul tasso di germinazione nelle popolazioni italiane. Infine azioni di conservazione *ex situ* presso banche del germoplasma dovrebbero essere promosse al fine di garantire la conservazione della specie.

Note nel corso del 2015, conteggi effettuati sulle stazioni italiani hanno rilevato che 2 delle stazioni trentine (Cornello e Monte Malachin) comprendono l’89% del totale degli individui censiti in Italia (1453 su 1632 totali), configurando così un’enorme disparità nel numero di individui maturi tra le diverse stazioni.

Ringraziamenti Si ringrazia: Ulrike Gamper, Ufficio Ecologia del Paesaggio provincia autonoma di Bolzano (BZ), per l’accompagnamento alle stazioni venostane; Pierfranco Arrigoni di Valmadrera (LC) per l’accompagnamento alla stazione Lombarda; Stefania Scrinzi di Villa Lagarina (TN) e Giorgio Perazza di Rovereto (TN) per le informazioni sulle stazioni trentine; Bruno Gallino e Agnès Vivat per avere condiviso informazioni sulla stazione piemontese.

LETTERATURA CITATA

- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT, J.-P. 2004 – *Flora alpina*. Zanichelli, Bologna.
- BALL J., 1896 – *The distribution of plants on the south side of the Alps*. Trans. Linn. Soc. London, 5: 119-227.
- BECHERER A., 1975 – *Beiträge zur Flora des Müstertal und des Vintschgaus*. Bauhinia 5(3): 131-146.
- BENSETTI F., GAUDILLAT V., MALENGRAUD D., QUERE E. (eds.), 2002 - *Cahiers d’habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d’intérêt communautaire. Tome 6 – Espèces végétales*. La Documentation française, Paris, France.
- BLASI C., CAPOTORTI G., COPIZ R., GUIDA D., MOLLO B, SMIRAGLIA B., ZAVATTERO L., 2014 – *Classification and mapping of the ecoregions of Italy*, Pl. Bios. 148: 6, 1255-1345.
- BOVIO M., 2014 – *Flora Vascolare della Valle d’Aosta*. Società de la Flore Valdotain, Testolin Editore, Aosta.
- CHAS E., 1994 – *Atlas de la flore des Hautes Alpes*. Conservatoire des Espaces Naturels de Provence, Parc National des Ecrins Gap, 816 p.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1992 – *Libro rosso delle Piante d’Italia*. WWF-Italia, Ministero Ambiente, TIPAR, Roma. 637 pp.
- DOSTÁLEK T., 2009 – *Population biology and genetics of rare plant species*. PhD thesis, Department of Botany, Faculty of Science, Charles University in Prague, Prague.
- DOSTÁLEK T., MÜNZZBERGOVÁ Z., 2013 – *Comparative Population Biology of Critically Endangered *Dracocephalum austriacum* (Lamiaceae)*. Folia Geobot. 48: 75–93.
- DOSTÁLEK T., MÜNZZBERGOVÁ Z., PLAČKOVÁ I., 2010 – *Genetic diversity and its effect on fitness in an endangered plant species, *Dracocephalum austriacum* L.* Conservation Genet 11: 773–783.

- FACCHINI F., 1855 – *Flora Tiroliae Cisalpinæ*. Zeit. Ferdinandeum, III, I-VIII, 1-151.
- GARGANO D., 2011 – *Proposta metodologica. Verso la redazione di nuove Liste Rosse della flora d'Italia: una griglia standard per la misura dell'Area of Occupancy (AOO)*. Inform. Bot. Ital., 43(2): 455-458.
- HEYWOOD V.H., 1972 – *Dracocephalum austriacum* L. In: TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.M., WALTRES S.M., WEBB S.A. (eds) – *Flora Europea*, Vol 3. Cambridge University Press, London, UK.
- INFO FLORA, 2004 - 2015 – Centro nazionale di dati e informazioni sulla flora svizzera. <http://www.infoflora.ch/it/flora/1771-draucocephalum-austriacum.html>. Ultimo accesso: 7 novembre 2015.
- KÄSERMANN C., 1999 – *Dracocephalum austriacum* L., *Fiches pratiques pour la conservation – plantes a fleurs et fougères*. Octobre 1999, PRONATURA.
- KIEM J. 1979 – *Floristische Fortschritte in Südtirol und in Nachbargebieten*. Ber. Bayer. Bot. Ges. 50: 91-97
- , 1983 – *Floristische Beobachtungen in Südtirol und in Nachbargebieten*. Ber. Bayer. Bot. Ges. 54: 117-121.
- IUCN, 2012 – *Unified classification of Direct Threats. Version 3.2* <http://www.iucnredlist.org/technicaldocuments/classification-schemes/threats-classification-scheme>. Ultimo accesso: 6 novembre 2015.
- , 2014 – *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 11*. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. <http://jr.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>. Ultimo accesso: 6 Novembre 2015.
- LUTTEROTTI DE, A., 1976 – *Passeggiate in Val di Non (Calliano)*. Trento, Manfrini.
- MEUSEL H., JÄGER E., RAUSCHERT S., WEINERT E., 1978 – *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. II. Karten*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- NICOLÈ F., DAHLGREN J.P., VIVAT A., TILL-BOTTRAUD I., EHRLÉN J., 2011 – *Interdependent effects of habitat quality and climate on population growth of an endangered plant*. Journal of Ecology, 99: 1211-1218.
- PEDROTTI F., 1983 – *Sulla presenza del genere Dracocephalum L. nella regione Trentino – Alto Adige*. Atti Acc. Agiati a. 231-232 (1981-1982) s. VI, v. 21-22 (B).
- PIGNATTI S., 1982 – *Flora d'Italia*. 3 vol. Edagricole, Bologna.
- PROSSER F., 1995 – *Segnalazioni Floristiche Tridentine*. IV Ann. Mus. Civ. Rov. 10: 135-170.
- , 2001 – *Lista rossa della Flora del Trentino. Pteridofite e fanerogame*. 89° pubblicazione del Museo Civico di Rovereto.
- PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO, 2010 – *Piante protette (L.p.Nr.6 del 12 maggio 2010)*. Provincia autonoma di Bolzano – Alto Adige, Ripartizione Natura, paesaggio e sviluppo del territorio.
- PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 2007 – *“Regolamento di attuazione del titolo IV, capo II (Tutela della flora, fauna, funghi e tartufi) della legge provinciale 23 maggio 2007 n. 11 (Legge provinciale sulle foreste e sulla protezione della natura)*. Decreto del Presidente della Provincia n. 23-25/leg. del 26 ottobre 2009.
- REGIONE LOMBARDIA, 2010 – *Flora e piccola fauna protetta in Lombardia. Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea. Legge Regionale 31 marzo 2008 n. 10*. Regione Lombardia, Cattaneo Paolo Grafiche srl, Oggiono, Lecco.
- REINALTER R., 2004 - *Zur Flora der Sedimentgebiete im Umkreis der Sudrätischen Alpen, Livignasco, Bormiese, Engadin'Ota (Schweiz - Italien)*. Denkschriften der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften, Bd. 105. Birkhäuser, Basel/Boston.
- ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R.P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F. M., ORSENIGO S. (Eds.), 2013 – *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN, Ministero Ambiente e Tutela Territorio e Mare.
- SELVAGGI A, GALLINO B., GARRAUD L., PASCAL R., VANE S.J., *in stampa*. *Flora rara, protetta, endemica delle Api occidentali*. BLU Edizioni, Torino.
- SINDACO R., SAVOLDELLI P., SELVAGGI A., 2008 – *La Rete Natura 2000 in Piemonte - I Siti di Importanza Comunitaria*. Regione Piemonte.
- TISON J.-M., DE FOUCAULT B. (eds.), 2014 – *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope, Mèze, xx +1196 p.
- TOGNON G., DE MARIA G., 1998 - *Segnalazioni floristiche italiane: 900 – Dracocephalum austriacum L.* – Inform. Bot. Ital., 30 (1-3): 59.
- WILHALM T., HILPOLD A., 2006 – *Rote Liste der gefährdeten Gefäßpflanzen Südtirols*. Gredleriana, 6: 115-198.

AUTORI

- Federico Mangili (federico.mangili@unimi.it), Dipartimento di Bioscienze, Università degli Studi di Milano Via Celoria 26-2C, 20133, Milano.
- Valeria Maggiali (valeria.maggiali@studenti.unimi.it) Dipartimento di Bioscienze, Università degli Studi di Milano Via Celoria 26-2C, 20133, Milano.
- Simone Orsenigo (simone.orsenigo@univr.it), Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano
- Alberto Selvaggi (selvaggi@ipla.org), Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, c.so Casale, 476, 10132 Torino
- Filippo Prosser (prosserfilippo@fondazionemcr.it), Museo Civico di Rovereto, Largo S. Caterina 41, 38068 Rovereto (Trento)
- Thomas Wilbalm (thomas.wilbalm@museonatura.it), Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige, Via Bottai 1, 39100 Bolzano
- Marco Caccianiga (marco.caccianiga@unimi.it), Dipartimento di Bioscienze, Università degli Studi di Milano Via Celoria 26-2C, 20133, Milano.

8.7 A GLOBAL METHOD FOR CALCULATING PLANT CSR ECOLOGICAL STRATEGIES APPLIED ACROSS BIOMES WORLD-WIDE

Il lavoro relativo al calcolo della strategia CSR delle specie alpine del genere *Androsace* è confluito nel presente lavoro pubblicato su *Functional Ecology*, 2016

A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes worldwide

Simon Pierce¹, Daniel Negreiros², Bruno E.L. Cerabolini³, Jens Kattge⁴, Sandra Díaz⁵, Michael Kleyer⁶, Bill Shipley⁷, S. Joseph Wright⁸, Nadejda A. Soudzilovskaia⁹, Vladimir G. Onipchenko¹⁰, Peter M. van Bodegom⁹, Cedric Frenette-Dussault⁷, Evan Weiher¹², Bruno X. Pinho¹³, Johannes H.C. Cornelissen¹¹, J. Philip Grime¹⁴, Ken Thompson¹⁴, Roderick Hunt¹⁵, Peter J. Wilson¹⁴, Gabriella Buffa¹⁶, Oliver C. Nyakunga^{16,17}, Peter B. Reich^{18,19}, Marco Caccianiga²⁰, Federico Mangili²⁰, Roberta M. Ceriani²¹, Alessandra Luzzaro¹, Guido Brusa³, Andrew Siefert²², Newton P.U. Barbosa², F. Stuart Chapin III²³, William K. Cornwell²⁴, Jingyun Fang²⁵, G. Wilson Fernandes^{2,26}, Eric Garnier²⁷, Soizig Le Stradic²⁸, Josep Peñuelas^{29,30}, Felipe P. L. Melo¹³, Antonio Slaviero¹⁶, Marcelo Tabarelli¹³, Duccio Tampucci²⁰.

¹ Department of Agricultural and Environmental Sciences (DiSAA), University of Milan, Via G. Celoria 2, I-20133 Milan, Italy;

² Ecologia Evolutiva e Biodiversidade/DBG, CP 486, ICB/Universidade Federal de Minas Gerais, 30161-970. Belo Horizonte, MG, Brazil;

³ Department of Theoretical and Applied Sciences, University of Insubria, Via J.H. Dunant 3, I-21100 Varese, Italy;

⁴ Max Planck Institute for Biogeochemistry, P.O. Box 100164, 07701 Jena, Germany;

⁵ Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (CONICET-UNC) and FCEFYN, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina;

⁶ Department of Biology, Earth and Environmental Sciences, University of Oldenburg, 26111 Oldenburg, Germany;

⁷ Département de Biologie, Université de Sherbrooke, Sherbrooke (Qc) Canada J1K 2R1;

⁸ Smithsonian Tropical Research Institute, Apartado 0843-03092, Balboa, Republic of Panama;

⁹ Leiden university, Institute of Environmental Sciences CML, Einsteinweg 2, 2333 CC Leiden, the Netherlands;

¹⁰ Department of Geobotany, Faculty of Biology, Moscow State University, RU-119991 Moscow, Russia;

¹¹ Vrije Universiteit, sub-department of Systems Ecology, de Boelelaan 1085, 1081 HV Amsterdam, the Netherlands;

¹² Department of Biology, University of Wisconsin-Eau Claire, WI 54702-4004, USA;

¹³ Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE – Brazil;

¹⁴ Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Alfred Denny Building, Western Bank, Sheffield, S10 2TN, UK;

¹⁵ College of Life and Environmental Sciences, University of Exeter, Innovation Centre, Rennes Drive, Exeter, EX4 4RN, UK;

¹⁶ Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, University Ca'Foscari of Venice, Campo Celestia 2737b – Castello I-30122, Venice, Italy;

¹⁷ College of African Wildlife Management, Mweka (CAWM), Moshi, Republic of Tanzania;

¹⁸ Department of Forest Resources, University of Minnesota, 530 Cleveland Ave. N., St. Paul, MN 55108, USA;

¹⁹ Hawkesbury Institute for the Environment, University of Western Sydney, Penrith, NSW 2751, Australia;

²⁰ Department of Biosciences, University of Milan, Via G. Celoria 26, I-20133 Milano, Italy;

²¹ The Native Flora Centre (Centro Flora Autoctona; CFA), c/o Consorzio Parco Monte Barro, via Bertarelli 11, I-23851 Galbiate (LC), Italy;

²² Department of Evolution and Ecology, University of California, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA;

²³ Department of Biology and Wildlife, Institute of Arctic Biology, University of Alaska Fairbanks, Alaska, USA;

²⁴ Evolution & Ecology Research Centre, School of Biological, Earth and Environmental Sciences, University of New South Wales, Sydney, New South Wales 2052, Australia;

²⁵ Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Xiangshan, Beijing 100093, China;

²⁶ Department of Biology, Stanford University, Stanford, CA 94035, USA;

²⁷ CNRS, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive (CEFE) (UMR 5175), 1919 Route de Mende, 34293 Montpellier Cedex 5, France;

²⁸ Gembloux Agro-Bio Tech, Biodiversity and Landscape unit, University of Liege, Gembloux, 5030, Belgium.

²⁹ CSIC, Global Ecology Unit CREAM-CEAB-CSIC-UAB, Cerdanyola del Vallès, 08193 Barcelona, Catalonia, Spain;

Running headline: *Global plant CSR analysis*

Summary

1. Competitor, Stress-tolerator, Ruderal (CSR) theory is a prominent plant functional strategy scheme previously applied to local floras. Globally, the wide geographic and phylogenetic coverage of available values of leaf area (LA), leaf dry matter content (LDMC) and specific leaf area (SLA) (representing, respectively, interspecific variation in plant size and conservative vs. acquisitive resource economics) promises the general application of CSR strategies across biomes, including the tropical forests hosting a large proportion of Earth's diversity.
2. We used trait variation for 3068 tracheophytes (representing 198 families, six continents and 14 biomes) to create a globally-calibrated CSR strategy calculator tool and investigate strategy-environment relationships across biomes worldwide.
3. Due to disparity in trait availability globally, co-inertia analysis was used to check correspondence between a 'wide geographic coverage, few traits' dataset and a 'restricted coverage, many traits' subset of 371 species for which 14 whole-plant, flowering, seed and leaf traits (including leaf nitrogen content) were available. CSR strategy/environment relationships within biomes were investigated using fourth-corner and RLQ analyses to determine strategy/climate specialisations.
4. Strong, significant concordance ($RV=0.597$; $p<0.0001$) was evident between the 14 trait multivariate space and when only LA, LDMC and SLA were used.
5. Biomes such as tropical moist broadleaf forests exhibited strategy convergence (i.e. clustered around a CS/CSR median; C:S:R=43:42:15%), with CS-selection associated with warm, stable situations (lesser temperature seasonality), with greater annual precipitation and potential evapotranspiration. Other biomes were characterised by strategy divergence: e.g. deserts varied between xeromorphic perennials such as *Larrea divaricata*, classified as S-selected (C:S:R=1:99:0%), and broadly R-selected annual herbs (e.g. *Claytonia perfoliata*; R/CR-selected; C:S:R=21:0:79%). Strategy convergence was evident for several growth habits (e.g. trees) but not others (forbs).
6. The CSR strategies of vascular plants can now be compared quantitatively within and between biomes at the global scale. Through known linkages between underlying leaf traits and growth rates, herbivory and decomposition rates, this method and the strategy-environment relationships it elucidates will help to predict which kinds of species may assemble in response to changes in biogeochemical cycles, climate and land-use.

Key-words: Comparative ecology, community assembly, plant economics spectrum, Grime's CSR triangle, plant functional type, survival strategy, universal adaptive strategy theory

Data Archiving: Data are available from the TRY database, at www.try-db.org.

Introduction

A common framework for the comparison of organism function within and between ecosystems worldwide can potentially be achieved using the continuous variation evident along spectra of functional (adaptive) traits. The main plant trait spectra evident globally represent variation in plant resource economics (a trade-off between traits conferring resource acquisition and internal conservation) and the size of plants and plant organs (Díaz *et al.* 2016). These two principal functional trait spectra can be used to assign species a position within multivariate space relative to other species, and concurrently to allocate discrete ecological strategy classes (Pierce *et al.* 2013). These classes are more precise than traditional life-form or ‘plant functional type’ categories characterised by constant attributes (van Bodegom *et al.* 2012; Soudzilovskaia *et al.* 2013). Functional trait spectra may also better reflect the acquisition, use and cycling of energy and matter within the ecosystem. For instance, plant resource economics is a particularly important determinant of photosynthetic carbon fixation, biomass production, litter decomposition and thus ecosystem nutrient availabilities (Grime *et al.* 1997; Wright *et al.* 2004; Cornwell *et al.* 2008; Reich 2014). Ecological strategies reflect viable suites of traits that impact fitness and survival and can also provide a conceptual link between ecology and natural selection. Indeed, recent studies underline the evolutionary history of functional traits (Cornelissen & Cornwell 2014; Cornwell *et al.* 2014; Flores *et al.* 2014; Díaz *et al.* 2016) and the consistent co-occurrence of particular traits and trait values (Reich 2014; Verheijen *et al.* 2016). It is now clear that plant size and economics are the most prominent aspects of plant functional variation globally (Díaz *et al.* 2016), although there is currently no consensus on any particular ecological strategy scheme that can potentially explain *why* certain combinations of trait values are consistently observed under similar circumstances.

A prominent strategy scheme is Grime’s (1974, 1977, 2001) competitor, stress-tolerator, ruderal (CSR) theory (reviewed by Grime & Pierce 2012), in which the three principal strategies represent viable trait combinations rising under conditions of competition, abiotic limitation to growth or periodic biomass destruction, respectively. Specifically, C-selected ‘competitors’ are said to survive in relatively stable, productive habitats *via* investment of resources in continued vegetative growth and rapid attainment of large individual and organ size to aid resource pre-emption. S-selected ‘stress-tolerators’ protect metabolic performance in variable and resource-poor environments by investing mainly in capacity to retain resources and repair cellular components in dense, persistent tissues. They may be small or gradually accrue large size over a long life span. R-selection, or ruderalism, involves investment of a large proportion of resources not in the individual but in propagules from which the population can regenerate in the face of repeated lethal biomass destruction events, or disturbances. The worldwide leaf economics spectrum, itself a part of the ‘fast-slow’ plant economics spectrum (Reich 2014), and the leaf size spectrum are major components of CSR strategy variation (Pierce *et al.* 2012).

A number of CSR analysis methods have been developed (Grime, Hodgson & Hunt 1988; Hodgson *et al.* 1999; Pierce *et al.* 2013) and have been applied as practical tools to characterise, map and compare vegetation function (Bunce *et al.* 1999; Hunt *et al.* 2004; Schmidtlein, Feilhauer & Bruelheide 2012). They have also been used to investigate and interpret a range of community processes, such as resistance and resilience, coexistence, succession and the relationship between species richness and productivity (Lepš, Osbornová-Kosinová & Rejmánek 1982; Caccianiga *et al.* 2006; Cerabolini *et al.* 2016). However, each CSR analysis method has drawbacks, and all have been calibrated using local floras. Application of CSR analysis is therefore typically applied to herbaceous vegetation in Europe (but see Negreiros *et al.* 2014 and de Paula *et al.* 2015), while the majority of plant diversity is found in tropical forests (Kreft & Jetz 2007).

Potential for a global system for comparative plant ecology lies in the fact that variation in leaf economics and leaf size is a ubiquitous phenomenon evident not just for temperate herbs

but also for trees, lianas and understorey herbs in tropical forests (Santiago & Wright 2007). Indeed, other widely-used traits are not applicable across life forms: e.g. plant height cannot be measured for aquatic species, whereas leaf traits allow aquatic and terrestrial species to be compared on an equal footing (Pierce *et al.* 2012). Leaf area (LA), a key determinant of capacity to intercept light, is one of the most widely available indicators of the size spectrum (Díaz *et al.* 2016). Large values of specific leaf area (SLA) and, alternatively, of leaf dry matter content (LDMC) are highly representative of the opposite extremes of the economics spectrum and are amongst the most widely available traits in the global TRY plant functional trait database (see list at www.try-db.org/de/TabDetails.php; Kattge *et al.* 2011). Data for other key traits such as leaf nitrogen content (LNC) have a much more restricted geographic and phylogenetic coverage (Díaz *et al.* 2016).

Any generally-applicable method for calculating CSR strategies must include ubiquitous traits that can represent the extremes of a trade-off between large size and conservative vs. acquisitive economics. Leaf size and economics traits are widely available, applicable to a range of life-forms and are highly representative of plant functional trade-offs. Specifically, in the European flora species characterised by high LA do not exhibit high SLA or high LDMC, species exhibiting high LDMC all have small, dense leaves, and species with high SLA are small and exhibit low LDMC (Cerabolini *et al.* 2010). These trade-offs at the level of the leaf are associated with whole-plant and reproductive trade-offs (e.g., species with large leaves tend to have large seeds; Pierce *et al.* 2014a; Díaz *et al.* 2016), and it is reasonable to expect leaf-level variation to reflect a substantial portion of overall plant variation (Díaz *et al.* 2016).

The main aim of the current study was to examine the trade-off between LA, LDMC and SLA variation worldwide in order to assign combinations of leaf traits within the triangle of CSR strategies, and to use this to produce a readily-applicable practical tool. This builds on the previous CSR classification system of Pierce *et al.* (2013) but up-scaling of the method using a global calibration has a number of advantages. By using the absolute limits of plant functional trait spectra evident in the world flora, rather than local data ranges, the method is essentially altered from one that compares species relative to one another to become a method bounded by the entire range of plant size and economics currently known for vascular plants (i.e. species are compared against absolute limits). This means that ecologists working in biogeographically distinct contexts worldwide will have a common reference frame. As CSR theory predicts that strategies arise consistently in response to particular conditions, lessons learned in one location are potentially transferable to functionally similar vegetation found on different continents.

At local scales, an average CSR strategy for a plant community can be used to provide a 'functional summary' of vegetation and allow comparison of contrasting circumstances (e.g. Caccianiga *et al.* 2006). A global methodology could similarly provide functional summaries at larger scales and allow investigation of general relationships between plant functioning and broad-scale environmental parameters operating within and between biomes. There is good reason to expect that a plant functional signal should be apparent even at the scale of biomes. For example, as woody species vary between C- and S-selected but no ruderal tree species are apparent (at least in Europe; Pierce *et al.* 2013) biomes dominated by woody species should exhibit clustering of species around the CS-selected region of the CSR triangle (whereas herbaceous species in Europe exhibit a much wider range of strategies; Pierce *et al.* 2013). Furthermore, strategies can be expected to be mediated by climatic factors such as temperature, potential evapo-transpiration and water availability, which are principal determinants of plant survival and vegetation distribution. However, the relationship between plant primary strategies and climate has not previously been investigated, despite the potential importance of plant responses to climatic changes in shaping future vegetation. For the present study, a general prediction can be made that biomes characterized by climatic extremes should include species with a greater degree of functional specialisation. For example, in the desert biome plants

survive using contrasting life histories that can be summarized as essentially ‘ephemeral therophyte’ or ‘long-lived and durable’ (Chesson *et al.* 2004). We can thus predict that the CSR signature of the desert biome will be polarized between extreme R- and S-selected strategies, and that these too are correlated with climatic factors, particularly precipitation seasonality. Montane grasslands and alpine herbaceous vegetation are known to exhibit CSR strategies that range between R- and S-selection, with C-selection relatively rare (Caccianiga *et al.* 2006; Pierce *et al.* 2007a,b), but these studies have investigated specific plant communities and have not enjoyed the opportunity for comparison with the range of strategies evident within the biome as a whole, or indeed with other biomes. Certain biomes, such as tropical moist broadleaf forest, have yet to be interpreted in a plant functional strategy/climate context. Thus a secondary aim of the present study was to apply the global CSR analysis tool to determine whether it is possible to discern broad patterns of plant functional variability and specialisation in response to climatic factors operating in biomes worldwide.

Materials and methods

TRAIT DATA

A total of 116979 plant functional trait records, composed of 38835 individual measurements of leaf area (LA; mm²), 48468 measurements of SLA (mm² mg⁻¹), and 29676 of LDMC (%), measured from plants growing in nature were obtained from the TRY global trait database (www.try-db.org; Kattge *et al.* 2011). This included traits from preceding databases such as the LEDA traitbase (www.leda-traitbase.org; Kleyer *et al.* 2008). The dataset included records from all continents except Antarctica, from 16 countries and several biogeographical regions within many of these countries (species native range and typical biome information is summarised in Appendix Table S1, Supporting information). A total of 3068 species growing in a wide range of biomes, including tropical woody vegetation of various types, were represented by complete sets of LA, LDMC and SLA data. Of these species, a subset of 371 species was available for which sets of 14 whole-plant, leaf, flowering and seed traits were available, including the additional traits leaf nitrogen concentration (LNC), leaf carbon concentration (LCC), leaf dry weight (LDW), canopy height (CH), lateral spread (LS), flowering start (FS), flowering period (FP), seed mass (SM), seed volume (SVo), total mass of seeds (TMS) and seed variance (SVa) (these data are available from the TRY database and are also published as an appendix to Pierce *et al.* 2014a).

The number of replicate values for each trait of each species was typically between 10 to 15, but varied from a minimum of 3 to a maximum of 349. Nomenclature is reported in Appendix Table S1 (Supporting information) and follows the Missouri Botanical Garden Tropicos system (www.tropicos.org). Additional taxonomic and growth habit information was obtained from the Encyclopedia of Life (www.eol.org) and GBIF (www.gbif.org/species/search).

PRODUCTION OF A GLOBAL CSR ANALYSIS TOOL

Global calibration of the CSR tool involved an initial multivariate analysis (PCA) of the key leaf traits (as a method of determining the three-way relationship between traits rather than as an analysis of plant adaptation *per se*), regression of trait values against PCA axes, and the use of these regression equations to produce a Microsoft Excel spreadsheet. This spreadsheet aims to allow novel target species to be compared against the multivariate space over which the global dataset was ordinated.

First, a centred Pearson PCA was performed using XLSTAT 2012.5.01 software (Addinsoft, New York, USA) and Varimax rotation applied to the first two axes. As a small

number of species with disproportionately large leaves are evident in the world flora, with most species exhibiting smaller leaves, trait values were transformed to constrain the most extreme values and to provide distributions as close as possible to normality prior to PCA. In this case, LA data were standardised using the maximum value, followed by square root transformation (Podani 2007). LDMC data were logit transformed (logit transformation is considered a more appropriate method for proportion data with respect to traditional arcsine transformation; Warton & Hui 2011) and SLA data were log transformed.

Transformed trait values were regressed against values of the PCA axis along which the trait exhibited maximum variance (e.g. logSLA against PCA1). The regression equation describing the curve of best fit was then incorporated into a Microsoft Excel spreadsheet that used the equation to compare trait values for any given target species against the global spectrum for that trait. This effectively assigned target species three co-varying dimensions: a “LA dimension” based on PCA2, a “LDMC dimension” based on positive variability along PCA 1, and a “SLA dimension” based on negative variation along PCA1. As PCA values may be negative or positive, the minimum (i.e. the most negative) values along PCA axes were then determined for each trait and these were used as a constant, added to all values of each trait in order to translate the trait dimensions into an entirely positive space. The next spreadsheet function determined the maximum values, giving the range of values for each trait. In order to produce ternary coordinates (i.e. three coordinates for a triangular graph), a function was then added to the spreadsheet that summed the three dimensions and divided by 100, allowing determination of the proportional contributions of LA, LDMC and SLA for each species. Thus the resulting triangular ordination of species represented a “trade-off triangle” against which target species can be compared.

As no species exhibited zero leaf area or mass it was not possible for species to be ordinated along the axes themselves nor at the apices of the trade-off triangle. Thus a spreadsheet function was implemented that essentially expanded, along the three axes, the space occupied by species to fill the entire ternary plot, resulting in full occupation of the triangle and thus positioning of species within the CSR triangle. This was achieved by multiplication of all values by a rescaling constant that allowed the maximum and minimum values to fully occupy the available range. The final spreadsheet (Appendix Table S2: ‘StrateFy’) is available online as Supporting Information, and incorporates all functions to easily allow the CSR analysis of novel plant species from leaf traits.

CORRESPONDENCE BETWEEN VARIATION IN 3 AND 14 FUNCTIONAL TRAITS

To test whether the three key leaf traits (i.e., LA, LDMC and SLA) can provide a reliable multivariate structure for assigning general ecological strategies to plants, we used the subset of species for which 14 vegetative and reproductive trait data were available without any missing data (see Pierce *et al.* 2014a). To this end, a co-inertia analysis (hereafter, COIA) is a general and flexible method that measures the concordance (i.e. co-structure) between two multivariate datasets that share the same objects (in this case, species; Dray *et al.* 2003). This approach was applied to quantify and test the association between two matrices: *i*) three traits per 371 species; and *ii*) fourteen traits for the same 371 species. The COIA provides a correlation coefficient (‘RV’) that measures the strength of the association between matrices. This coefficient is bounded between zero (i.e. no association) and one (i.e. maximum association), with significance (*p*-value) accessed by a Monte Carlo test (with 100,000 permutations). To implement the COIA, a PCA was used for both matrices after data transformation to improve normality. Analyses were carried out using R software (R Development Core Team 2013) with the ade4 package (Dray & Dufour 2007).

COMPARISON WITH A LOCALLY-CALIBRATED METHOD

In addition to the new globally-calibrated method, CSR ternary triplets were also calculated using the local tool of Pierce *et al.* (2013; calibrated with six traits for the Flora of Italy) and regression of values obtained using both methods was also performed in order to allow comparison between the locally and globally-calibrated techniques.

A TEST USING KNOWN VEGETATION CHANGES ALONG SUCCESSION

In order to test whether the CSR analysis method agreed with expectations of vegetation responses to an environmental gradient, the StrateFy tool was used to calculate CSR strategies for the species characteristic of four phytosociological syntaxa (i.e. plant communities *sensu* Braun-Blanquet 1925) associated with a sequence of vegetation development encompassing a primary succession and related pasture vegetation. Specifically, in the European Alps, mobile screes represent highly disturbed environments where vegetation is composed of annual therophytes (phytosociological syntaxon *Thlasietea rotundifolii* Br.-Bl. *et al.* 1947). With the development of the vegetation and stabilisation of scree debris (and where topography and aspect result in long-lying snow cover) snowbed vegetation arises and is characterised by a mixture of nano-phanerophytes and hemicryptophytes (*Salicetea herbaceae* Br.-Bl. *et al.* 1947; Tomaselli 1997). This can develop further on acid, nutrient poor soils into a climax vegetation dominated by slow-growing graminoids such as the sedge *Carex curvula* and the grass *Festuca halleri* (phytosociological alliance *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925) (Tomaselli & Rossi 1994). When these unproductive siliceous grasslands experience grazing by large domestic livestock dominance shifts towards the rhizomatous mat-grass *Nardus stricta* and the vegetation alliance is characterised by greater floristic richness than that evident for *Caricion curvulae* (i.e. syntaxon *Nardion strictae* Br.-Bl. in Br.Bl. & Jenny 1926; Gennai *et al.* 2014). Grazing of alpine pastures increases nutrient turnover rates and selective grazing and the patchy concentration of nutrients following defecation are thought to provide contrasting microsites for a range of life histories, fostering species richness, but with dominant grass species nonetheless exhibiting conservative leaf economics and stress-tolerance (Pierce *et al.* 2007a,b). We expected that along this vegetation sequence plant communities would shift from R-selection towards S-selection and ultimately, in the *Nardion* pasture, to an intermediate, relatively C-selected mean strategy with greater range of strategies apparent.

GLOBAL FOURTH-CORNER AND RLQ ANALYSES OF CSR STRATEGY/ENVIRONMENT RELATIONSHIPS

Globally, the combined fourth-corner and RLQ method of Dray *et al.* (2014) was used to test the relationship between CSR strategies and environmental variation within biomes. Fourteen biomes were defined according to Olson *et al.* (2001), and are listed as part of Appendix Table S1 (Supporting information). Information regarding the biome(s) within the native range of each species was obtained from the comparison of the global distribution of biomes with the georeferenced records of each species (from GBIF) occurring inside its native range. The native range of each species was obtained from sources such as GRIN taxonomy for plants (www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/tax_search.pl?language=en), eMonocot (<http://emonocot.org>) and Catalogue of Life (www.catalogueoflife.org/col/search/all). Additionally, we investigated the CSR strategies evident for life-form categories (tree, shrub, liana, graminoid, forb (i.e. herbaceous dicot), herbaceous vine, annual and biennial herb, perennial herb) and for taxonomic families that were represented by a minimum of 30 species in the dataset.

The fourth-corner and RLQ approach involved the simultaneous use of three matrices: *i*) a ‘community’ matrix with sample sites in rows and species in columns; *ii*) an environmental matrix with sample sites in rows and environmental variables in columns; and *iii*) a functional matrix with traits in rows and species in columns. The fourth-corner approach tests the relationship between each species trait and each environmental variable, while the RLQ analysis tests the co-structure between all species traits with all environmental variables (Dray *et al.* 2014).

The functional matrix was defined by the 3068 species with three traits (i.e., C, S, R percentages). The 14 world biomes (defined by Olson *et al.* 2001) were treated as sampling sites, and the presence (incidence) of the 3068 species in these biomes was equivalent to a community matrix. To generate the environmental matrix, we assessed average environmental characteristics for each biome using bioclimatic variables (temperature seasonality, annual mean temperature, precipitation seasonality, and annual precipitation) for the recent half-century (1950-2001) obtained from the WorldClim project (Hijmans *et al.* 2005), in addition to global potential evapo-transpiration (Trabucco & Zomer 2009), at a spatial resolution of 0.0083° (~1 km²). Temperature and precipitation seasonality was calculated as the standard deviation of monthly values multiplied by 100, and precipitation seasonality as the coefficient of variation of monthly values (Hijmans *et al.* 2005). In order to obtain unbiased averages for each biome, we created 200,000 uniformly random points for the entire globe, covering all terrestrial biomes, using the package *gismo* for R (R Development Core Team 2013). To conduct the RLQ analysis, a correspondence analysis was used for the community matrix, while a PCA was used for the functional and environmental matrices. For the PCA applied to the functional matrix, species were weighted by their overall relative frequency across biomes (i.e. the number of biomes in which each species occurred), whereas for the PCA applied to the environmental matrix, biomes were weighted by the overall frequency of species observed (Dray & Dufour 2007). Separate fourth corner and RLQ analyses were conducted for each biome, each analysis involving only species occurring in that biome. Significance was obtained through a Monte Carlo test based on the total co-inertia, using the combined null models 2 (permutation of sampling sites) and 4 (permutation of species) with 50,000 permutations per test (Dray *et al.* 2014). Analyses were carried out using R software (R Development Core Team 2013) with the *ade4* package (Dray & Dufour 2007).

Results

‘WIDE COVERAGE, FEW TRAITS’ VS. ‘RESTRICTED COVERAGE, MANY TRAITS’
We found a strong and highly significant concordance between the multivariate space produced by three and 14 traits ($RV = 0.597$; $p < 0.001$; Fig. 1): i.e. there was a relatively small loss of information when only three leaf traits were used instead of 14 traits, and the multivariate plant functional space described by leaf traits alone was representative of whole plant functional variation (Fig. 1).

A GLOBAL CSR ANALYSIS METHOD

The three-way trade-off between LA, LDMC and SLA for the 3068 species of the main global dataset, presented in Fig. 2, confirmed that variation in LA was orthogonal to variation in SLA and LDMC in the world flora. Indeed, SLA and LDMC values ranged in opposite directions between two extremes (negative and positive, respectively) of the first axis of variability (PCA1) and thus an axis of leaf economics (Fig. 2a; for eigenvalues see Fig. 2b). The second axis of variability (PCA2) was delimited by leaf area, with large leaves evident only at intermediate leaf economics (Fig. 2a): species with extremely acquisitive or extremely conservative leaves were consistently small (Fig. 2a), confirming that high values of LA, SLA

and LDMC were mutually exclusive in the global dataset. In other words, dense, tough leaves were not large; soft, acquisitive leaves were not tough and conservative; only leaves with intermediate economics were large.

Transformed leaf area was highly and positively correlated with PCA2 ($R^2=0.998$, $p<0.0001$) following the polynomial linear equation detailed in Fig. S1a. Transformed LDMC was strongly and positively correlated with PCA1 ($R^2=0.794$, $p<0.0001$) following the equation presented in Fig. S1b. Log SLA was strongly and negatively correlated ($R^2=0.782$, $p<0.0001$) with PCA1 following the equation shown in Fig. S1c. These equations allowed comparison of target plant species with the trade-off between these traits, and thus determination of the CSR strategy (see Fig. 3 and the practical tool available as Appendix S2; 'StrateFy').

COMPARISON WITH A LOCALLY-CALIBRATED METHOD

When the degree of C-, S- and R-selection calculated by the globally-calibrated method were regressed against C, S and R values calculated using the method of Pierce *et al.* (2013), the results were strongly and positively correlated with one another. Specifically, for the degree of C-selection determined by both methods, $R^2=0.920$, $F=9398.1$, $p<0.0001$, for S-selection $R^2=0.891$, $F=24968.3$, $p<0.0001$ and for R-selection $R^2=0.866$, $F=19725.1$, $p<0.0001$ (Supplementary Fig. S2).

A TEST USING KNOWN VEGETATION CHANGES ALONG SUCCESSION

The CSR strategies evident for species characteristic of primary succession from scree vegetation to siliceous alpine grassland, terminating with alpine *Nardus* pasture, are evident in Fig. 4. Pioneer vegetation on screes, as expected, was characterised by mainly R-selected species and exhibited an R-selected mean strategy (C:S:R = 12:0:88 %). Species characteristic of vegetation at an intermediate point along the succession exhibited a mean strategy of SR (4:58:37 %) and species of the climax vegetation exhibited a high degree of stress tolerance (mean strategy = 6:94:0 %; Fig. 4a). Under pasture, siliceous alpine grassland species exhibited a wider range of strategies encompassing C/CR-selected species such as *Gentiana punctata*, S-selected *Nardus stricta* (3:97:0 %), R/CR-selected species such as *Campanula barbata* (37:0:63 %) and a mean of CR/CSR-selection (40:24:36 %; Fig. 4a). The overall trajectory of primary succession in this context is thus characterised by an initial shift from R- to S-selection, with management increasing the range of strategies present and including a higher degree of C-selection relative to the other vegetation types.

CSR STRATEGIES EVIDENT WITHIN BIOMES GLOBALLY

The CSR strategies evident within biomes were calculated using the globally-calibrated CSR analysis tool and are shown in Fig. 5 (details of CSR strategies for each species within every biome are listed in Appendix S1, Supporting information). Tropical and subtropical broadleaf forest (both moist and dry forest biomes) exhibited a broad range of strategies but these were highly clustered around CS/CSR-selected median strategies (for both biomes, median C:S:R = 43:42:15%; Fig. 5a,b). Tropical and subtropical coniferous forests also exhibited a median CS/CSR strategy that reflected a slightly greater number of S- and R-selected species at the expense of C-selection (32:46:22%; Fig. 5c). Tropical and subtropical grasslands, savannas and shrublands were highly represented by CS/CSR-selected species (34:51:15%; Fig. 5g). In contrast, biomes such as temperate broadleaf and mixed forests (Fig. 5d) and temperate coniferous forests (Fig. 5e) exhibited a SR/CSR-selected median strategy and a wide range of CSR strategies for individual species, filling the CSR triangle relatively uniformly. This

denoted the presence and the even distribution of the full gamut of ecological strategies in these biomes. Deserts also exhibited a range of CSR strategies, with a CSR-selected median (Fig. 5m). Other biomes exhibited variation between relatively restricted strategy variation to wide variation (Fig. 5).

Fourth-corner and RLQ analyses for tropical and subtropical broadleaf forest (both moist and dry forest biomes) (Fig. 6a,b) showed that C- and S-selection were highly correlated with environmental variables: positively with annual mean temperature, annual precipitation and global potential evapo-transpiration, but negatively with temperature seasonality ($p < 0.05$, and in some cases $p < 0.01$ or $p < 0.001$). R-selection exhibited the exact opposite association with environmental variables. In contrast, no significant correlation was found between CSR strategies and environmental variables in temperate broadleaf and coniferous forests (Fig. 6d,e). A wide range of CSR strategies was evident in the desert biome that were significantly correlated with environmental variables: C- and S-selection were positively correlated with annual mean temperature, precipitation seasonality and potential evapo-transpiration, and negatively with temperature seasonality, with R-selection exhibiting contrasting correlations with these factors (Fig. 6l).

CSR STRATEGIES WITHIN GROWTH HABIT CATEGORIES AND FAMILIES

Different growth habit categories exhibited variation in overall and median CSR strategies (Fig. S3). Trees were clustered around a CS median strategy, with no R-selected trees apparent (C:S:R = 43:47:10%; Fig. S3a) and shrubs centred around an S/CSR strategy (20:61:20%; Fig. S3b). Lianas were relatively specialised and clustered around CS/CSR-selection (52:35:14%; Fig. S3c). Graminoids exhibited a strong S-selected component, with variation around an S/CSR median strategy (14:56:29%; Fig. S3d). Forbs (herbaceous dicots) occupied the entire triangle and exhibited a comparatively generalist R/CSR strategy (30:20:51%; Fig. S3e). Annual herbs exhibited an R/CSR median strategy (25:14:61%), with species clustered towards R-selection (Fig. S3g). Perennial herbs had an SR/CSR median strategy (25:35:41%) and occupied the entire triangle (Fig. S3h).

Some plant families were predominantly R-selected (e.g. Brassicaceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Plantaginaceae; Fig. S4d,e,g,p), and others were dominated by S-selected species (Cyperaceae, Ericaceae, Juncaceae, Salicaceae; Fig. S4h,i,l,w) or were clustered around a relatively S-selected point (e.g. Rosaceae; 28:49:2%, S/CSR; Fig. S4u). Poaceae exhibited a median strategy of S/CSR (15:53:33%; Fig. S4q) and varied greatly between strategy extremes. A small number of families exhibited a relatively high degree of C-selection, such as Apiaceae (47:25:28%, C/CSR; Fig. S4a).

Discussion

The globally-calibrated CSR analysis method allowed strategies to be determined for a wide range of vascular plant species worldwide from habitats as diverse as tropical broadleaf rain forest, desert shrublands, mangroves and alpine pasture. The use of a small number of leaf traits has the advantage that large numbers of individuals or species comprising vegetation can be rapidly measured and compared. Indeed, studies of strategy variation within and between plant communities are currently applied inconsistently due to methodological constraints and measurement issues, but many of these can now be avoided due to the simplicity of the new method. For example, Schmidtlein, Feilhauer & Bruelheide (2012) mapped CSR strategies across landscapes as a general indicator of changes in plant function across a mosaic of

environments, but the traits used, and thus the overall analysis, were limited to herbaceous species and grassland vegetation. The current method will allow functional comparison of a much more inclusive set of vegetation types worldwide and will allow plant function to be considered in the broadest possible context. Despite the simplicity of the method, we have shown it to broadly represent plant functioning and to be consistent with expected patterns of plant function and along primary succession as predicted by traditional phytosociological interpretation of vegetation.

Application of the CSR analysis to biomes worldwide revealed that certain biomes are characterised by relatively functionally-restricted floras (i.e. clustered within particular zones of the CSR triangle), such as tropical and sub-tropical grasslands (median strategy CS/CSR; Fig. 5g). Others, sometimes despite the prevalence of extreme abiotic conditions, host comparatively uniform strategy distributions and wide variation within the CSR triangle. For example, deserts and xeric shrublands (Fig. 5m) include highly contrasting CSR strategies that reflected the presence of both xeromorphic stress-tolerators (e.g. *Larrea divaricata*; C:S:R = 1:99:0 %, S) and ruderal annual herbs (e.g. *Claytonia perfoliata*, 21:0:79 %, R/CR; Appendix S1, Supporting information), some of which occupy locally humid sites (e.g. R/CR-selected *Mimulus guttatus*). The idea that biological diversity in arid environments depends on highly contrasting perennial and annual life histories, microsite differences and niche differentiation is already well established (e.g. Chesson *et al.* 2004). The value of CSR analysis is that it provides a quantitative method for comparing plant function between sites and geographic locations where equivalent ecological roles are performed by taxonomically distinct actors: for example, *L. divaricata*, *Cuphea ericoides* (C:S:R = 0:100:0 %; S) or *Sebastiania ditassoides* (1:99:0 %; S).

As a further example of the wide applicability of the method beyond herbaceous vegetation, a range of CSR strategies was evident in tropical and subtropical forest biomes, but strategies were particularly clustered around the CS region as predicted (Fig. 5). Furthermore, a trade-off was apparent between CS- and R-selection that was correlated with environmental gradients: CS-selection was associated with relatively stable situations (i.e. with less temperature seasonality) that were warmer and wetter, with greater annual precipitation and potential evapotranspiration. Pioneer species in tropical forests were found to be relatively C-selected, such as Neotropical *Cecropia longipes* (C), *Ficus insipida* (C/CS), and *Urera baccifera* (C/CR; Appendix Table S1, Supporting information). Indeed, although disturbances and ruderal species are present in tropical forests, disturbance is not a prevalent factor in the same way that regular grazing or cutting determine the general character of pastures or meadows. Instabilities such as gap formation in tropical forests are local events that do not shape the forest in its entirety. Gap formation in particular is characterised by a pulse of light availability, and the ensuing competition apparently favours C-selection with succession proceeding relatively uninterrupted towards a closed tree canopy. Canopy tree species in tropical moist forest were shown to exhibit a stress-tolerance component (e.g. *Brosimum alicastrum*, CS; *Platypodium elegans*, CS/CSR; *Prioria copaifera*, CS). This perhaps reflects local sequestration of resources in long-lived tissues in later successional stages (Grime 2001), or increasing adaptation to drought tolerance (Engelbrecht *et al.* 2007; Baltzer *et al.* 2008). R-selected tropical rainforest species were evident, and potentially occupy specific microsites at fine scales. The high diversity of tropical forests may also partly be related to specific, single traits operating during the life-cycle, such as flowering and fruiting characters and symbioses (Grime & Pierce 2012). The many and varied mechanisms proposed to explain higher diversity at low latitudes (discussed by Gaston 2000) probably apply as much to functional diversity as they do to taxonomic diversity, with geographic area and environmental stability (both seasonal and historical) being amongst the most evident factors affecting the creation of species richness.

Globally, the variation in strategies within biomes is likely to be influenced by the presence of contrasting growth forms. Forbs exhibited extremely broad strategy diversity and a generalist median strategy of R/CSR, while trees ranged from C to S, with a CS median strategy similar to the CS/CSR median strategies evident in tropical forests (Fig. S3). The presence or absence of particular strategies at a given location is also likely to be affected by historical and phylogenetic constraints, with restriction of CSR strategies evident in some families but not others (Fig. S4).

The ‘strategy of a species’ as presented here is an average calculated from individuals of each species sampled at a particular location. Ecotypic variation throughout the home range of a species and phenotypic plasticity could potentially broaden the range of strategy variation for a given species and is a complicating factor when CSR strategies measured at one site are assumed to be relevant to other situations. Thus consideration of the CSR strategy of a species across a biome worldwide, as in the present study, should be interpreted with caution and should be seen as a summary or abstract for the species *in lieu* of trait data for all populations throughout the geographic range: this is the best that can be managed with current global datasets. Future detailed study of the functional differences between biomes should ideally involve replicated surveys within a range of habitat types, and would be a massive undertaking involving a great deal of international cooperation and funds. Indeed, the biome-level analysis presented here was limited by the lack of available data regarding the relative abundance of species within biomes at the global scale, and could not differentiate between prevalent and rare strategies. Thus median CSR strategies for each biome were not weighted and rare species will have had a disproportionately strong influence on the median strategy. Indeed, median strategies for biomes were generally located towards the centre of the triangle (Fig. 5).

Nonetheless, just as species richness and taxonomic identities are fundamental aspects of plant diversity, ‘strategy richness’ and the character of the strategies present are important aspects of ecological diversity that can now easily be quantified and compared. In local-scale studies in which relative abundance has been quantified, differing degrees of dominance between CSR strategies are evident. For example, microsite differences and niche partitioning between contrasting CSR strategies have been invoked as a mechanism of coexistence and local biodiversity creation on Brazilian coastal Atlantic forest inselbergs (de Paula *et al.* 2015). Similarly, xeric sand calcareous grasslands in Europe include a mixture of relatively abundant stress-tolerator graminoids and larger numbers of infrequent ruderal or competitive-ruderal herbs, and CSR strategies are thus markedly different between dominant and subordinate plants at the centimetre scale (Pierce *et al.* 2014b). Future application of CSR analysis in further biogeographical and ecological contexts worldwide will allow general conclusions with regard to how the equilibrium between dominant and subordinate species may change in response to environmental perturbation and with regard to the precise relationships between microsite factors and particular plant species.

In conclusion, the CSR analysis tool derived from 116979 records of leaf size and economics traits measured from 3068 species growing in nature worldwide has allowed a preliminary CSR analysis of major biome classes globally. The C, S and R values were in agreement with phytosociological observations of vegetation responses to an environmental gradient along a primary succession. Thus the global system is consistent with earlier locally-calibrated methods and studies of plant strategies, and can provide a functional explanation consistent with descriptive phytosociological methods of interpreting vegetation. A unified framework now exists for ecological strategy classification, using readily-determined leaf traits of plants as diverse as temperate ferns, lianas and tropical trees. The global strategy-environment relationships that the method can resolve will form a baseline for predicting which kinds of species can be expected to assemble where in response to environmental perturbation resulting from factors such as climatic or land use changes.

Acknowledgements

The study has been supported by the TRY initiative on plant traits (www.try-db.org). The TRY initiative and database is hosted, developed and maintained by J. Kattge and G. Bönisch (Max-Planck-Institute for Biogeochemistry, Jena, Germany). TRY is/has been supported by DIVERSITAS, IGBP, the Global Land Project, the UK Natural Environment Research Council (NERC) through its program QUEST (Quantifying and Understanding the Earth System), the French Foundation for Biodiversity Research (FRB), and GIS "Climat, Environnement et Société" France. We thank Daniel Laughlin, Frédérique Louault, Belinda Medlyn, Julie Messier, Juli Pausas and Ian Wright for contributing data. The authors declare no conflict of interest.

References

- Baltzer, J.L., Davies, S.J., Bunyavejchewin, S. & Noor, N.S.M. (2008) The role of desiccation tolerance in determining tree species distributions along the Malay-Thai Peninsula. *Functional Ecology*, **22**, 221–231.
- van Bodegom, P.M., Douma, J.C., Witte, J.P.M., Ordoñez, J.C., Bartholomeus, R.P. & Aerts, R. (2012) Going beyond the limitations of plant functional types when predicting global ecosystem-atmosphere fluxes: exploring the merits of traits-based approaches. *Global Ecology and Biogeography*, **21**, 625–636.
- Braun-Blanquet, J. (1925) Zur Wertung der Gesellschaftstreue in der Pflanzensoziologie. *Vierteljahrsschr.Naturf. Ges. Zürich*, **70**, 122–149.
- Bunce, R.G.H., Smart, S.M., van de Poll, H.M., Watkins, J.W. & Scott, W.A. (1999) *ECOFACT 2 - Measuring Change in British vegetation*. Institute of Terrestrial Ecology Monks Wood, Huntingdon.
- Caccianiga, M., Luzzaro, A., Pierce, S., Ceriani, R.M. & Cerabolini, B. (2006) The functional basis of a primary succession resolved by CSR classification. *Oikos*, **112**, 10–20.
- Cerabolini, B.E.L., Brusa, G., Ceriani, R.M., De Andreis, R., Luzzaro, A. & Pierce, S. (2010) Can CSR classification be generally applied outside Britain? *Plant Ecology*, **210**, 253–261.
- Cerabolini, B.E.L., Pierce, S., Verginella, A., Brusa, G., Ceriana, R.M. & Armiraglio, S. (2016) Why are many anthropogenic agroecosystems particularly species rich? *Plant Biosystems*, (in press) DOI: 10.1080/11263504.2014.987848.
- Chesson, P., Gebauer, R.L.E., Schwinning, S., Huntly, N., Wiegand, K., Ernest, S.K. *et al.* (2004) Resource pulses, species interactions, and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. *Oecologia*, **141**, 236–253.
- Cornelissen, J.H.C. & Cornwell, W.K. (2014) The Tree of Life in ecosystems: evolution of plant effects on carbon and nutrient cycling. *Journal of Ecology*, **102**, 269–274.
- Cornwell, W.K., Cornelissen, J.H.C., Amatangelo, K., Dorrepaal, E., Eviner, V.T., Godoy, O. *et al.* (2008) Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecology Letters*, **11**, 1065–1071.
- Cornwell, W.K., Westoby, M., Falster, D.S., FitzJohn, R.G., O'Meara, B.C., Pennell M.W. *et al.* (2014) Functional distinctiveness of major plant lineages. *Journal of Ecology*, **102**, 345–356.
- de Paula, L.F.A., Negreiros, D., Azevedo, L.O., Fernandes, R.L., Stehmann, J.R. & Silveira, F.A.O. (2015) Functional ecology as a missing link for conservation of a resource-limited flora in the Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*, **24**, 2239–2253.
- Díaz, S., Hodgson, J.G., Thompson, K., Cabido, M., Cornelissen, J.H.C., Jalili, A. *et al.* (2004) The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. *Journal of Vegetation Science*, **15**, 295–304.

- Díaz, S., Kattge, J., Cornelissen, J.H.C., Wright, I.J., Lavorel, S., Dray, S. *et al.* (2016) The global spectrum of plant form and function. *Nature* **529**, 167–171.
- Dray, S., Chessel, D. & Thioulouse, J. (2003) Co-inertia analysis and the linking of ecological data tables. *Ecology*, **84**, 3078–3089.
- Dray, S. & Dufour, A.B. (2007) The ade4 package: Implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*, **22**, 1–20.
- Dray, S., Choler, P., Dolédec, S., Peres-Neto, P.R., Thuiller, W., Pavoine, S. & ter Braak, C.J.F. (2014) Combining the fourth-corner and the RLQ methods for assessing trait responses to environmental variation. *Ecology*, **95**, 14–21.
- Engelbrecht, B.M.J., Comita, L.S., Condit, R., Kursar, T.A., Tyree, M.T., Turner, B.L. & Hubbell, S.P. (2007) Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical forests. *Nature*, **447**, 80–82.
- Flores O., Garnier E., Wright I.J., Reich P.B., Pierce S., Díaz S. *et al.* (2014) An evolutionary perspective on leaf economics in vascular plants: phylogenetic patterns in LMA. *Ecology and Evolution*, **4**, 2799–2811.
- Gaston, K.J. (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature*, **405**, 220–227.
- Gennai, M., Foggi, B., Viciani, D., Carboognani, M. & Tomaselli, M. (2014) The *Nardus*-rich communities in the Northern Apennines (N-Italy): a phytosociological, ecological and phytogeographical study. *Phytocoenologia*, **44**, 55–80.
- Grime, J.P. (1974) Vegetation classification by reference to strategies. *Nature*, **250**, 26–31.
- Grime, J.P. (1977) Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist*, **111**, 1169–1194.
- Grime, J.P. (2001) *Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties*, 2nd edn. Wiley, Chichester, UK.
- Grime, J.P. & Pierce, S. (2012) *The Evolutionary Strategies that Shape Ecosystems*. Wiley-Blackwell, Chichester, UK.
- Grime, J.P., Hodgson, J.G. & Hunt, R. (1988) *Comparative Plant Ecology: a Functional Approach to Common British Species*. Unwin Hyman, London.
- Grime, J.P., Thompson, K., Hunt, R., Hodgson, J.G., Cornelissen, J.H.C., Rorison, I.H. *et al.* (1997) Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. *Oikos*, **79**, 259–281.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **25**, 1965–1978.
- Hodgson, J.G., Wilson, P.J., Hunt, R., Grime, J.P. & Thompson, K. (1999) Allocating CSR plant functional types: a soft approach to a hard problem. *Oikos*, **85**, 282–294.
- Hunt, R., Hodgson, J.G., Thompson, K., Bungener, P., Dunnett, N.P. & Askew, A.P. (2004) A new practical tool for deriving a functional signature for herbaceous vegetation. *Applied Vegetation Science*, **7**, 163–170.
- Kattge, J., Díaz, S., Lavorel, S., Prentice, I. C., Leadley, P., Bönisch, G. *et al.* (2011) TRY – a global database of plant traits. *Global Change Biology*, **17**, 2905–2935.
- Kleyer, M., Bekker, R.M., Knevel, I.C., Bakker, J.P., Thompson, K., Sonnenschein, M., *et al.* (2008) The LEDA Traitbase: a database of life-history traits of the Northwest European flora. *Journal of Ecology*, **96**, 1266–1274.
- Kreft, H. & Jetz, W. (2007) Global patterns and determinants of vascular plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **104**, 5925–2930.
- Lepš, J., Osbornová-Kosinová, J. & Rejmánek, M. (1982) Community stability, complexity and species life history strategies. *Vegetatio*, **50**, 53–63.

- Negreiros, D., Le Stradic, S., Fernandes, G.W. & Rennó H.C. (2014) CSR analysis of plant functional types in highly diverse tropical grasslands of harsh environments. *Plant Ecology*, **215**, 379–388.
- Olson, D.M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E.D., Burgess, N.D., Powell, G.V.N., Underwood, E.C. *et al.* (2001) Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *BioScience*, **51**, 933–938.
- Pierce S., Luzzaro A., Caccianiga M., Ceriani R.M. & Cerabolini B. (2007a) Disturbance is the principal α -scale filter determining niche differentiation, coexistence and biodiversity in an alpine community. *Journal of Ecology*, **95**, 698–706.
- Pierce S., Ceriani R.M., De Andreis R., Luzzaro A. & Cerabolini B. (2007b) The leaf economics spectrum of Poaceae reflects variation in survival strategies. *Plant Biosystems*, **141(3)**, 337–343.
- Pierce, S., Brusa, G., Sartori, M. & Cerabolini, B.E.L. (2012) Combined use of leaf size and economics traits allows direct comparison of hydrophyte and terrestrial herbaceous adaptive strategies. *Annals of Botany*, **109**, 1047–1053.
- Pierce S., Brusa G., Vagge I. & Cerabolini B.E.L. (2013) Allocating CSR plant functional types: the use of leaf economics and size traits to classify woody and herbaceous vascular plants. *Functional Ecology*, **27**, 1002–1010.
- Pierce S., Bottinelli A., Bassani I., Ceriani R.M. & Cerabolini B.E.L. (2014a) How well do seed production traits correlate with leaf traits, whole plant traits and plant ecological strategies? *Plant Ecology*, **215**, 1351–1359.
- Pierce S., Vagge I., Brusa G. & Cerabolini B.E.L. (2014b) The intimacy between sexual traits and Grime's CSR strategies for orchids coexisting in semi-natural calcareous grassland at the Olive Lawn. *Plant Ecology*, **215**, 495–505.
- Podani, J. (2007) *Analisi ed Esplorazione Multivariata dei Dati in Ecologia e Biologia*. Liguori Editori, Napoli, Italy (in the Italian language).
- R Development Core Team (2013) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. URL <http://www.Rproject.org> [accessed 2 November 2013].
- Reich, P.B. (2014) The world-wide 'fast-slow' plant economics spectrum: a traits manifesto. *Journal of Ecology*, **102**, 275–301.
- Santiago, L.S. & Wright, S.J. (2007) Leaf functional traits of tropical forest plants in relation to growth form. *Functional Ecology*, **21**, 19–27.
- Schmidtlein, S., Feilhauer, H. & Bruelheide, H. (2012) Mapping plant strategy types using remote sensing. *Journal of Vegetation Science*, **23**, 395–405.
- Soudzilovskaia, N.A., Elumeeva, T.G., Onipchenko, V.G., Shidakov, I.I., Salpagarova, F.S., Khubiev, A.B. *et al.* (2013) Functional traits predict relationship between plant abundance dynamic and long-term climate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **110**, 18180–18184.
- Tomaselli, M. (1997) Ecogeographical gradients in *Salix herbacea* vegetation of the Alps. Actes du Colloque Ecologie et Biogéographie Alpines. La Thuile 2-6 septembre 1990. Suppl. Rev. Vald. d'Hist. Nat., 48, 1994. pp. 335–346.
- Tomaselli, M. & Rossi, G. (1994) Phytosociology and ecology of *Caricion curvulae* vegetation in the northern Apennines (N Italy). *Fitosociologia*, **26**, 51–62.
- Trabucco, A. & Zomer, R.J. (2009) Global Aridity Index (Global-Aridity) and Global Potential EvapoTranspiration (Global-PET) geospatial database. CGIAR Consortium for Spatial Information. URL <http://www.cgiar-csi.org/> [accessed 14 October 2014].
- Verheijen, L.M., Aerts, R., Bönisch, G., Kattge, J. & Van Bodegom, P.M. (2016) Variation in trait trade-offs allows differentiation among predefined plant functional types: implications for predictive ecology. *New Phytologist*, **209(2)**, 563–575.
- Warton, D.I. & Hui, F.K.C. (2011) The arcsine is asinine: the analysis of proportions in ecology. *Ecology*, **92**, 3–10.

Wright, I.J., Reich, P.B., Westoby, M., Ackerly, D.D., Baruch, Z., Bongers, F. *et al.* (2004) The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, **428**, 821–827.

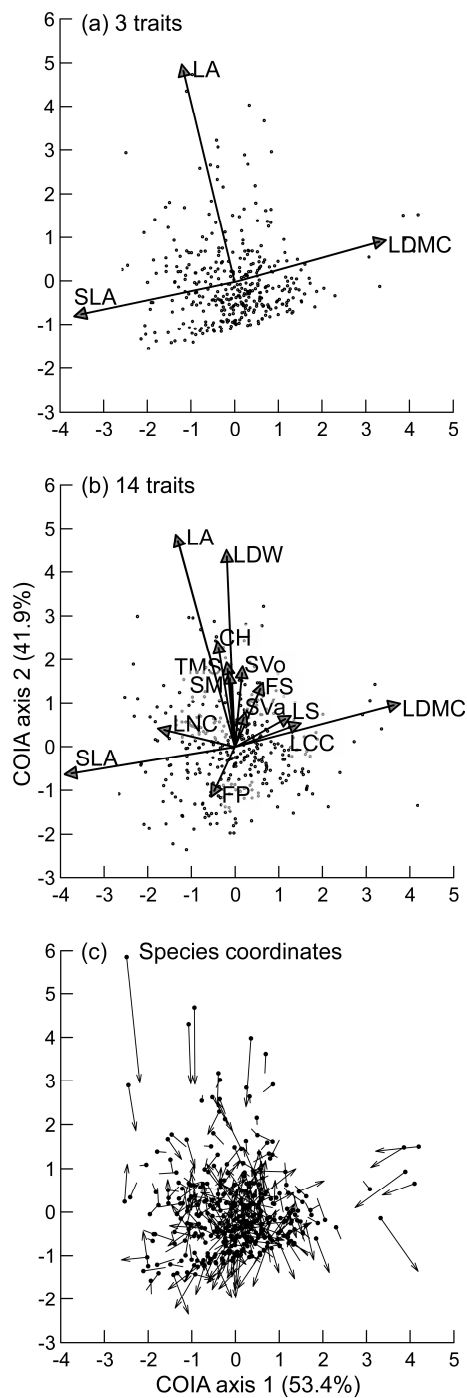


Fig. 1. Projection of two main axes of co-inertia analysis (COIA) for 371 species: variable loadings for datasets including a). three traits, b). 14 traits, and c). A joint representation of species scores from the three trait (dots) and 14 trait (arrow tip) datasets. Percentage of variance explained by each axis (eigenvalues) are shown in the axis legend. Traits are CH: canopy height, FP: flowering period, FS: flowering start, LA: leaf area, LCC: leaf carbon concentration, LDMC: leaf dry matter content, LDW: leaf dry weight, LNC: leaf nitrogen concentration, LS: lateral spread, SLA: specific leaf area, SM: seed mass, SVo: apparent seed volume, SVa: seed variance, TMS: total mass of seeds. Data were log transformed to conform to normality and to constrain extreme values.

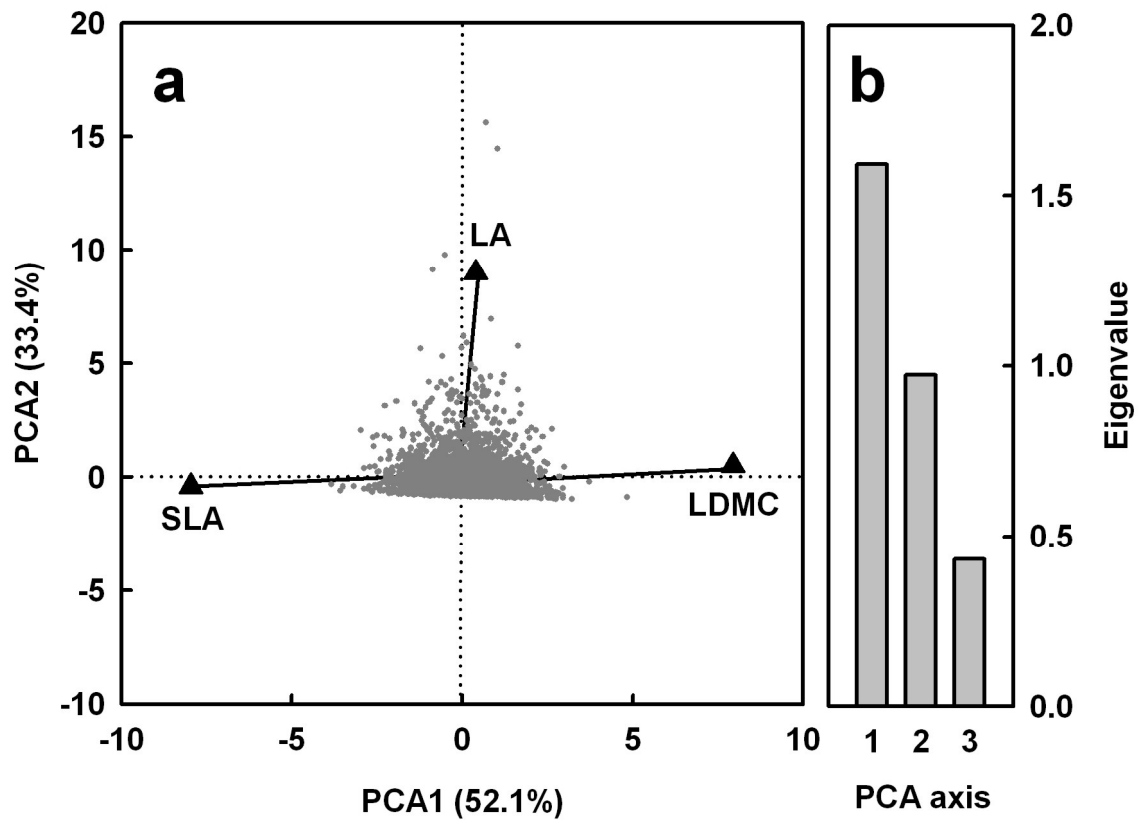


Fig. 2. a). Biplot showing the relationship between the three traits leaf area (LA), leaf dry matter content (LDMC) and specific leaf area (SLA) for 3068 tracheophyte species from across the world used as a basis for calibrating the CSR classification method (principal components analysis; PCA), and **b).** eigenvalues for PCA axes. Data were transformed to constrain extreme values (LA was standardized using the maximum value and then square root transformed, SLA was log transformed, and LDMC logit transformed).

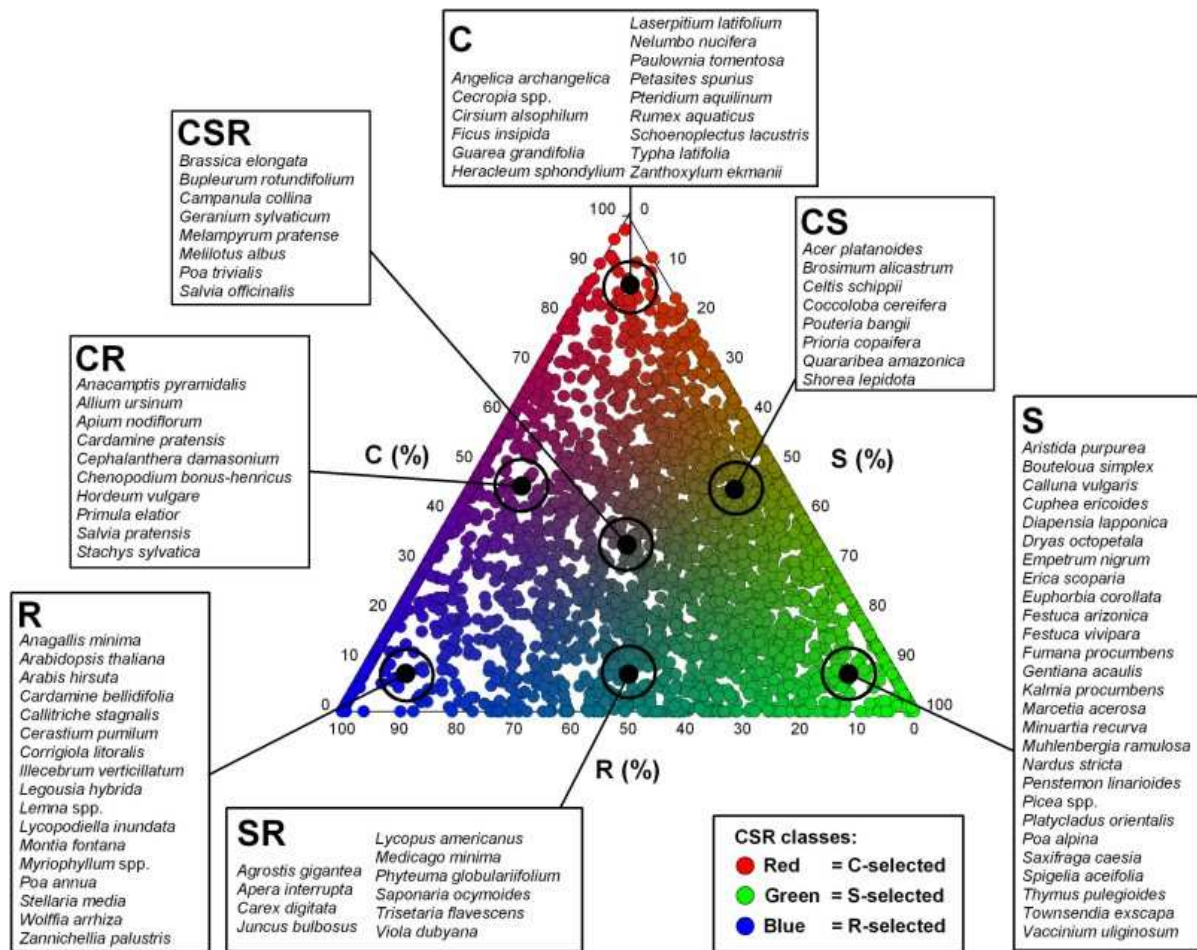


Fig. 3. Relative proportion (%) of C-, S- and R-selection for 3068 tracheophyte species measured from natural habitats across the world, using the globally-calibrated CSR analysis tool ‘StrateFy’. Species names represent examples of the seven secondary CSR strategy classes (C, CS, CR, CSR, S, SR, and R) suggested by Grime (2001).

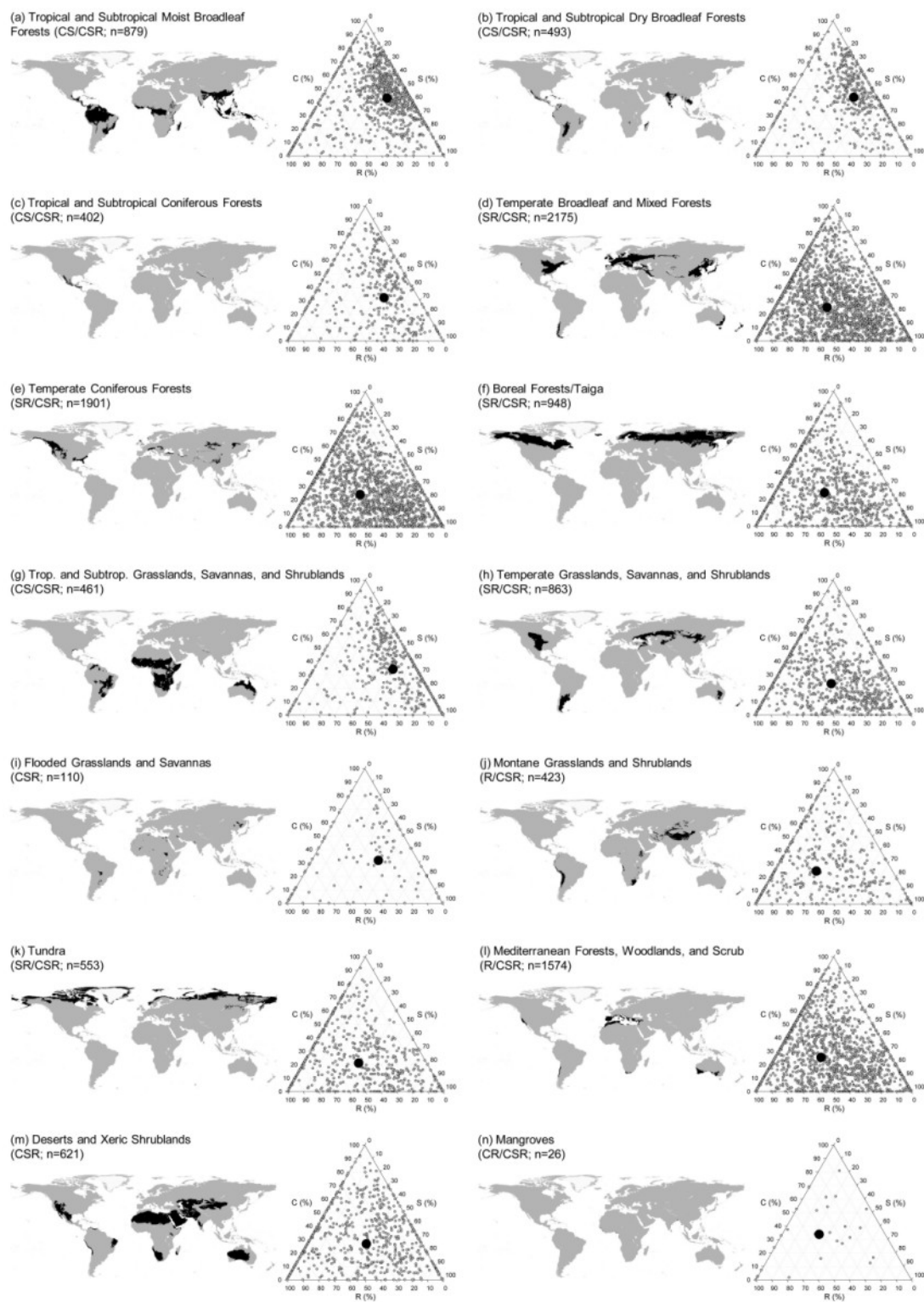


Fig. 5. Total (grey filled circles) and median (black filled circles) CSR strategies for 14 principal biomes worldwide (as defined by Olson *et al.* 2001). For each biome, median CSR category and sample size (number of species) are shown between parentheses. The distribution of each biome in the world map is denoted by black areas.

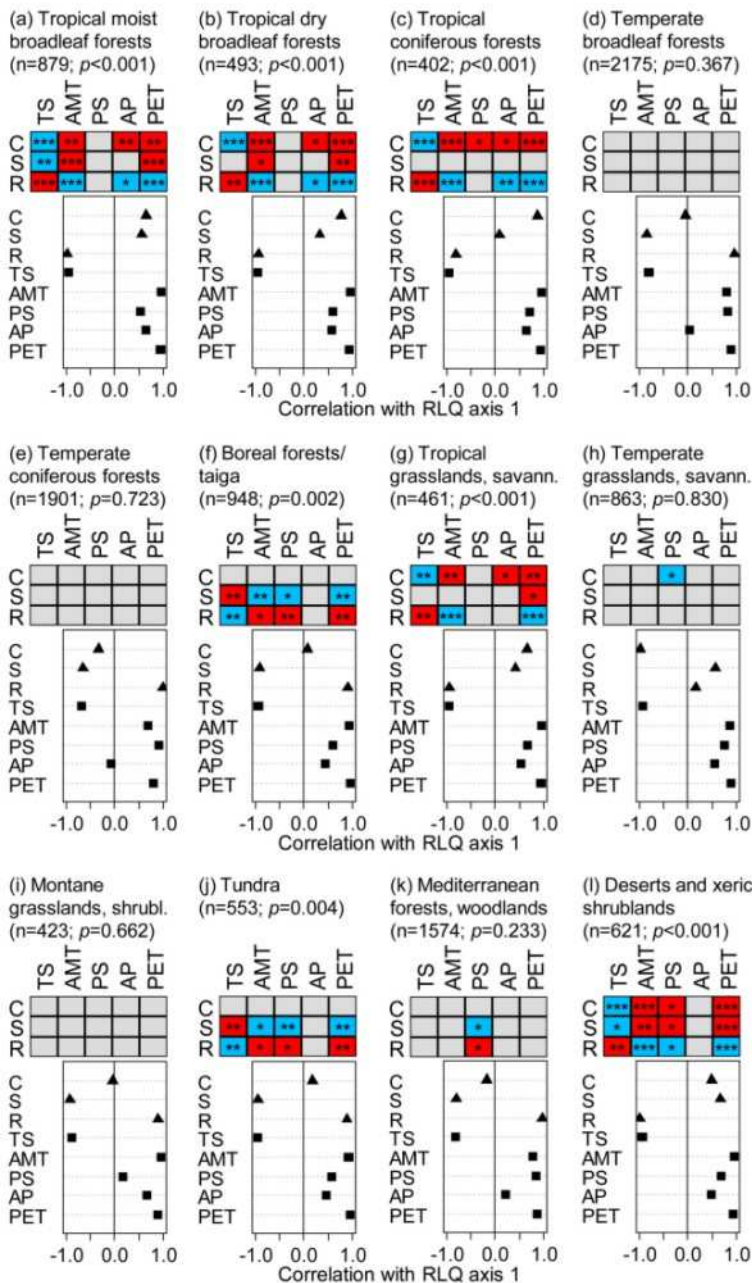


Fig. 6. Global-scale fourth-corner analysis (coloured grids) and RLQ analysis (white dot charts) of the relationship between CSR strategies and environmental variables within biomes: a). tropical moist broadleaf forests, b). tropical dry broadleaf forests, c). tropical coniferous forests, d). temperate broadleaf and mixed forests, e). temperate coniferous forests, f). boreal forests/taiga, g). tropical grasslands, savannas and shrublands h). temperate grasslands, savannas and shrublands, i). montane grasslands and shrublands, j). tundra, k). Mediterranean forests and scrub, l). deserts/xeric shrublands. TS = temperature seasonality; AMT = annual mean temperature; PS = precipitation seasonality; AP = annual precipitation; PET = global potential evapo-transpiration). Fourth-corner statistic: red = positive, blue = negative, gray = not significant, * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$ (n = number of species, p = significance for the overall association between C-, S- and R-selection and environmental variables).

8.8 CONGRESSI, COMUNICAZIONI E TESI DI LAUREA CORRELATE

Congressi:

108° Congresso della Società Botanica Italiana, Baselga di Pinè (TN), 18-20 settembre 2013. Presentazione di poster: *“Gradienti vegetazionali del distretto alpino lombardo”* Autori: Carlo Andreis, Stefano Armiraglio, Marco Caccianiga, Mauro Beltracchini, Patrizia Digiovinazzo, Federico Mangili, Sabrina Verde.

109° Congresso della Società Botanica Italiana, Firenze (FI), 2-5 settembre 2014. Presentazione di poster: *“Preliminary studies about corology and autoecology of *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., Primulaceae, lombardy endemic species”*. Autori: Federico Mangili, Simon Pierce, Marco Caccianiga.

110° Congresso della Società Botanica Italiana, Pavia (PV), 14-18 settembre 2015. Comunicazione orale: *“Flower of Lombardy”*, 14 settembre 2015.

1° Congresso Nazionale congiunto SITE-UZI-SIB, Milano (MI), 30 agosto – 2 settembre 2016. Presentazione di poster: *“Distribution and population size of *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., Primulaceae, lombardy endemic species”*. Autori: Federico Mangili, Vincenzo de Michele, Marco Graziani, Elena Tonini, Marco Caccianiga.

Comunicazioni:

Società Botanica Italiana: Gruppo per la floristica, sistematica ed evoluzione. Orto Botanico, La Sapienza, Università di Roma, 21-22 novembre 2014. Comunicazione orale: *Distribuzione e autoecologia di *Androsace brevis* (Primulaceae) nel quadro delle problematiche fitogeografiche centro-alpine*. Autori: Federico Mangili, Marco Caccianiga. 22 novembre 2015.

Società Botanica Italiana: Gruppo per la floristica, sistematica ed evoluzione. Orto Botanico, La Sapienza, Università di Roma, 20-21 novembre 2015. Comunicazione orale: *Aggiornamento sulla corologia e sullo status di conservazione dei popolamenti di *Dracocephalum austriacum* (Lamiaceae) in Italia*. Autori: Federico Mangili, Valeria Maggiali, Marco Caccianiga. 21 novembre 2015.

Tesi di laurea triennali correlate:

Graziani Marco: *“*Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces.: corologia e tipo funzionale di una specie endemica lombarda.”* AA 2012/2013, Relatore: prof. Marco Caccianiga; Correlatore: dott. Federico Mangili

Di Meo Giovanna: *“Le strategie CSR del genere *Androsace* L. (Primulaceae), nelle Alpi”*. AA 2014/2015. Relatore: prof. Marco Caccianiga; Correlatore: dott. Federico Mangili.

Magni Andrea: *“Localizzazione molecolare della specie *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces, Primulaceae”*. AA 2014/2015. Relatore: prof. Luca Gianfranceschi; Correlatore: prof. Marco Caccianiga, dott. Federico Mangili.

Tesi di laurea magistrale correlate:

Di Michele Vincenzo: *“Corologia e status delle popolazioni di *Androsace brevis* (Hetschw.) Ces., Primulaceae.”* AA 2014/2015. Relatore: prof. Marco Caccianiga; Correlatore: dott. Federico Mangili.

Pozzi Ilaria: *“Impiego della semina di fiorume per la riqualificazione ambientale: monitoraggio degli interventi”*. AA 2014/2015. Relatore: prof. Marco Caccianiga; Correlatore: dott. Andrea Ferrario, dott. Federico Mangili.

Tonini Elena: *“Sviluppo di marcatori molecolari per lo studio di *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces. (Primulaceae), specie endemica lombarda”*. AA. 2014/2015. prof. Luca Gianfranceschi; Correlatore: prof. Marco Caccianiga, dott. Federico Mangili.

9 – BIBLIOGRAFIA

- AESCHIMANN D., BURDET H.M., 1994. *Flore della Suisse et des territoires limitrophes*. Ed. du Griffon, Neuchatel.
- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M. & THEURILLAT J., 2004. *Flora Alpina*. Zanichelli
- AUBERT S., BOUCHER F., LAVERGNE S., REAUD J., CHOLER P., 2014. *A revised worldwide catalogue of cushion plants 100 years after Hauri and Schröter*. *Alp. Botany*, 124: 29-70
- ANDREIS C., CERABOLINI B., VISCONTI G., 1991. *Colonizzazione dei detriti di falda su substrati carbonatici nell'orizzonte collinare-submontano (Prealpi Bergamasche)*. *Giorn. Bot. Ital.*, n. 126(2): 440.
- ANCHISI E., BERNINI A., CARTASEGNA N., POLANI F., 1991. *Androsace d'Europa*. Gruppo Naturalistico Oltrepò Pavese.
- ANCHISI E., BERNINI A., PIAGGI E., POLANI F., 2004. *Primulaceae d'Italia e dei territori limitrofi*. Gruppo Naturalistico Oltrepò Pavese.
- ANTONIETTI A., 1996. *Die basiphilen buchenwalder der lombardischen kalkvorpalpen im vergleich zu denjenigen des Monte Baldo*. *Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Archeol., St., Sc. Nat, suppl II, vol. 11 (1995): 121-148.*
- ANTONIOLI F., VAI G.B., 2004. *Explanatory Notes to the Litho-Palaeoenvironmental Maps of Italy During the Last Two Climatic Extremes, , Map 1-Last Glacial Maximum, Map 2-Holocene Climatic Optimum, 1:1.000.000 scale*. 32nd IGC Florence 2004, Bologna, 80 p.
- ARIETTI N., FENAROLI L., GIACOMINI V., 1955. *Saggio sulla distribuzione ecologica e variabilità della Campanula elatinoides Moretti, endemismo insubrico*. *Quaderno Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia*, n. (5)2: 1-61.
- ARMIRAGLIO, S., BERTOLLI, A., COMINI, B., GHIDOTTI, B., PROSSER, F., GENTILI, R.F., 2008. *Saxifraga tombeanensis Boiss. ex Engl.* *Informatore Botanico Italiano*, 40(S1), 115-118.
- ARMIRAGLIO S., RAVAZZI C., ANDREIS C., 2000. *Le formazioni Carex firma delle Prealpi Lombarde: ecologia e sintassonomia*. *Atti 36° Congresso della SIFs, Milano, 14-15 settembre 2000.*
- ARTARIA F.A., 1893. *Note critiche sulla Androsaces Charpentieri Heer*. *Malpighia*, 7: 465-469.
- ARSLAN H., KIRMIZI S., GÜLERYÜZ G., SELCEN SAKAR F., 2011. *Germination requirements of Androsace villosa L. (Primulaceae)*. *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica* 53/2: 32–36.
- BANTI L., GIANATTI G., PIAZZA G., 2015. *Flora del Lario, da Giuseppe Comolli ai giorni nostril*. New Press Edizioni.
- BASKIN C., BASKIN J. 1998. *Seeds*. Academic Press, London.
- BASKIN J., BASKIN C. 2004. *A classification system for seed dormancy*. *Seed Science Research* 14: 1–16
- BECHERER A., 1969. *Zur Entdeckung von Androsace brevis (Hegetschw.) Cesati auf den Camoghè (Tessin)*. *Ber. Schweiz Bot. Ges.* 79: 346-348.
- BELL D.T., PLUMMER J.A., TAYLOR S.K. 1993. *Seed germination ecology in southwestern Western Australia*. *Botanical Review* 59: 24–73.
- BELLONI S., 1975. *Il clima delle Provincie di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici*. - Consiglio Naz. delle Ricerche – Pubbl. 99.
- BIAŁECKA B., KĘPCZYŃSKI J. 2010. *Germination, α - , β -amylase and total dehydrogenase activities of Amaranthus caudatus seeds under water stress in the presence of ethephon or gibberellin A₃* . *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 52(1): 7–12.
- BLASI C., CAPOTORTI G., COPIZ R., GUIDA D., MOLLO B., SMIRAGLIA D. & ZAVATTERO R., 2015. *Classification and mapping of the ecoregions of Italy*. *Plant Biosystems*, Vol. 148, No. 6, 1255-1345.
- BLASI C., FRONDONI R, 2011. *Modern perspective for plant sociology: The case of ecological land classification and the ecoregions of Italy* . *Plant Biosystems*, Vol. 145, Supplement, pp. 30-37

- BONA E., MARTINI F., NIKLFELD H., PROSSER F., 2005. *Atlante corologico delle Pteridofite nell'Italia nordorientale. Distribution Atlas of the Pteridophytes of North-Eastern Italy*. Museo Civico di Rovereto. Edizioni Osiride, Rovereto (TN).
- BONA E., BONACINA A., DONADELLI G., FEDERICI G., FERRANTI R., MANGILI L., MAZZOLI A., PERICO G., RAVAGIO G., RIVOLA M., 2013. *Flora vascolare delle "terre alte" delle Alpi Orobie*. Riv. Mus. Civ. Sci. Nat. "E. Caffi", Bergamo. Vol. 26, pag. 3-114.
- BONARDI L., ROVELLI E., SCOTTI R., TOFFALETTI A., URSO M., VILLA F., 2012. *I ghiacciai della Lombardia: evoluzione e attualità*. Servizio Glaciologico Lombardo, Hoepli ed.
- BONSIGNORE G., BRAVI C.E., NANGERONI G. & RAGNI U., 1970. *La geologia del territorio della provincia di Sondrio*. Sondrio. Ed. Amministrazione Provinciale di Sondrio, 126 pp.
- BORIANI A., GIOBBI ORIGONI E. & DEL MORO A., 1982-83. *Composition, level of intrusion and age of the "Serie dei Laghi" orthogneisses (Northern Italy - Ticino, Switzerland)*. Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol., 38 (1): 191-205.
- BOVIO M., 2014. *Flora vascolare della Valle d'Aosta*. Testolin Editore
- BRAUN – BLANQUET J., 1928. *Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde*. Springer, Berlin.
- BROWN, R.F., MAYER, D.G., 1988. *Representing cumulative germination. 1. A critical analysis of single-value germination indices*. Annals of Botany 61:117-125.
- BRUSA G., RAIMONDI B., 2003. *Rupi calcaree nel Parco Campo dei Fiori (VA): caratterizzazione floristico-vegetazionale e criteri di gestione*. Quaderni del Parco Monte Barro, n. 6: 53-58.
- CASATI P., 1971. *Carta geologica d'Italia 1:100.000*, fogli 7 e 18. Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- CACCIANIGA M., ARMIRAGLIO S., ANDREIS C., 2000. *Le formazioni con Carex curvula e i microarbusteti a Loiseleuria procumbens del versante meridionale delle Alpi Orobie*. Fitosociologia 37 (1) 21-38.
- CACCIANIGA M., LUZZARO A., PIERCE S., CERIANI R.M., CERABOLINI B. E. L., 2006. *The functional basis of a primary succession resolved by a CSR classification*. Oikos 112: 10-20.
- CERABOLINI B., DE ANDREIS R., CERIANI R. M, PIERCE S., RAIMONDI B. 2004. *Seed germination and conservation of endangered species from the Italian Alps: Physoplexis comosa and Primula glaucescens*. Biological conservation 117: 351-356.
- CERIANI M., CARELLI M., 2000. *Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)*. Professione Geologo, 10: 12 – 27.
- CESATI V., 1848. *Saggio sulla Geografia botanica e sulla Flora di Lombardia*. Gior. I. R. Ist. Lomb. Sc. Lett. Arti (n.s.) 1: 1-34.
- CHENEVARD P., 1914. *Contributions à la flore des Préalpes bergamasques*. Annuaire du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève, 18me et 19me Années (1914 et 1915): 129-192 (1-64).
- DULLINGER S., GATTRINGER A., THUILLER W., MOSER D., NIKLAUS E. ZIMMERMANN N., GUIBAN A., WILLNER W., PLUTZAR C., LEITNER M., MANG T., CACCIANIGA M., DIRNBOCK T., ERT TL S., FISCHER A., LENOIR J., SVENNING J. C., PSOMAS A., SCHMATZ D., SILC U., VITTOZ P., HÜLBER K., 2012. *Extinction debt of high-mountain plants under twenty-first-century climate change*. Nature climate change. 2: 619 – 622.
- ELLENBERG H., 1974. *Zeigerwerte mitteleuropäischer Gefäßpflanzen*. Scripta Geobotanica IX. E. Goltze (Göttingen)
- FENAROLI L., 1954. *Beitrage zur Kenntnis eines neuen Endemiten der Ostalpen: Linaria tonzigi Lona*. Angew. Pflanzensoziol., 1: 125 – 126
- FENAROLI L., 1955. *Telekia speciosissima (L.) Lessing (Compositae Tubuliflorae, Inuleae, Buphtalminae) Endemismo Insubrico: storia, reperti e areale*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 51: 163 - 183
- FENAROLI L., 1956. *Lineamenti e caratteristiche della vegetazione e della flora delle Alpi Orobie*. Monti & Boschi, 7: 103-113.

- FERLINGHETTI R., CALVI R., 1985. *Nuova stazione di Campanula elatinoidea* Moretti. *Note geomorfologiche e vegetazionali*. Rivista Mus. Civico Sci. Nat. E. Caffi, 9:141-146.
- FERRANTI R., 1997. *Nuove segnalazioni floristiche per la provincia di Sondrio (Lombardia, Italia settentrionale)*. Il Naturalista Valtellinese - Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Morbegno, 8: 3-41.
- FERRANTI R., 2012. *Flora alpina di Valtellina e Valchiavenna*. II Ed. Lysis edizioni, Sondrio.
- FORNACIARI G., 1958. *Elenco delle piante raccolte nel 1939 dalla Prof. S. Zenari in Valfurva e conservate tra gli Erbari dell'Istituto Botanico di Padova determinate da G. Fornaciari nel 1958*. - Manoscritto inedito, Museo di Storia Naturale di Morbegno.
- FOWLER J, COHEN L, JARVIS P. 1998. *Practical statistics for field biology*. Chichester: John Wiley.
- FUCHS-ECKERT H. P., 1986. *La Viola di Comolli*. Not. Banca Popolare Sondrio, 59: 100-113.
- GÄRDENFORS U, HILTON TAYLOR C., MACE G. M., RODRIGUEZ J.P., 2001. *The application of IUCN Red List criteria at regional level*. Conserv. Biol., 15: 1206- 1212.
- GARGANO D., 2008. *La procedura IUCN, generalità*. Informatore Botanico Italiano, 40 Suppl. 1, 2008, 25-34.
- GARGANO D., 2000. *Verso la redazione di nuove Liste Rosse della flora d'Italia: una griglia standard per la misura dell'Area of Occupancy (AOO)*. Informatore Botanico Italiano, 32(1) 0-200.
- GEILINGER G., 1908. *Die Grignagruppe am Comersee*. Beih. Bot. Centrallbl., Bd. 24, Abt. 2 119-240.
- GERDOL R., PICCOLI F., 1980. *Inquadramento fitosociologico e valutazione ecologica delle formazioni prative montane del Monte Baldo*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., n. 56: 101-133.
- GREGNANIN A., 1990. *I corpi intrusivi tardo alpini*. In: SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA, 1990. *Guide Geologiche Regionali, Alpi e Prealpi Lombarde*. BE-MA editrice.
- GIACOMINI V., FENAROLI F., 1958. *La Flora*. Conosci l'Italia vol. 2, Touring Club Italiano
- GOTTFRIED M., PAULI H., REITER K., GRABHERR G. 1999. *A fine scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming*. Diversity and Distributions 5: 241–51.
- GRABHERR G. & MUCINA L., 1993. *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. Teil II - Gustav Fischer Verlag, Jena.
- GRIME J. P., 1977. *Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory*. American Naturalist, 111: 1169-1194.
- GRIME, J.P., HODGSON, J.G. HUNT, R., 1988. *Comparative Plant Ecology: a Functional Approach to Common British Species*. Unwin Hyman, London.
- GRIME J.P., MASON G., CURTIS A.V., RODMAN J., BAND S.R., MOWFORTH M., NEAL A.M., SHAW S. 1981. *A comparative study of germination characteristics in a local flora*. Journal of Ecology 69: 1017–1059.
- GRUBB P.J. 1977. *The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche*. Biological Reviews 52: 107–145.
- HEGI. G., 1916. *Flora von Mitteleuropa*. Munchen, J. F., Lehmanns Verlag.
- HODGSON J. G., WILSON P. J., HUNT R., GRIME J. P., THOMPSON K., 1999. *Allocating CSR plant functional types: a soft approach to hard problem*. Oikos 85: 282-295.
- IUCN, 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. 30 pp.
- IUCN, 2012. *Unified classification of Direct Threats*. Version 3.2 <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/classification-schemes/threats-classification-scheme>. Downloaded on 08 August 2013.

- JACCARD H., 1895. *Catalogue de la Flore valais*. Nouveaux Mem. De la Soc. Helv. de. Sc. Nat. T. XXXIV, 1895, p. 298
- JADOUL F., FORCELLA F., 2000, *Carta Geologica della Provincia di Bergamo* .Servizio Territorio della Provincia di Bergamo, Dipartimento di scienze della terra dell'Università degli Studi di Milano, Centro di studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR.
- JOHNSON N.L., KOTZ S. 1970. *Continuous univariate distribution. Vol. 1*. New York, Jhon Wiley.
- KARLSSON L.M., TAMADO T., MILBERG P. 2008. *Inter-species comparison of seed dormancy and germination of six annual Asteraceae weeds in an ecological context*. Seed Science Research 18: 35–45.
- KÄSERMANN C., 1999. *Androsace brevis*. Fiches pratiques pour la conservation: plantes à fleurs et fougères. Etat: octobre 1999. Office Fédéral Environnement, Forêts et Paysage (OFEFP), Bern
- KRESS A., 1984. *Chromosomenzählungen an verschiedenen Primulaceen*. Teil A: Androsace. - Primulaceen-Studien 3: 1 -3 2 .
- KÖRNER C. 1999. *Alpine Plant Life*. 2nd ed., Springer-Verlag,
- LANDOLT E., BÄUMLER B., ERHARDT A., HEGG O., KLÖTZLI F., LÄMMLER W., MICHAEL NOBIS M., RUDMANN-MAURER K., SCHWEINGRUBER F. H., THEURILLAT J., URMI E., VUST M. & WOHLGEMUTH T., 2010. *Flora indicativa, Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps*. Editions des conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. 376 pp.
- MAGNI C., 2013. *Androsace brevis (Hegetschw.) Cesati*. Acta Plantarum Notes, 1: 137
- MALMGREN S. 1996. *Orchid propagation: Theory and practice*. In: ALLEN C., editor. *North American native terrestrial orchids: Propagation and production*. Proceedings of the North American Native Terrestrial Orchid Conference, German- town, MD, USA. pp. 63–71.
- MANGILI F., TAMPUCCI D., CACCIANIGA M., 2014. *Androsace brevis (Hegetschw.) Cesati* In: *Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica Italiana*. Informatore Botanico Italiano, 46 (1) 97- 100, 2014.
- MARAZZI S., 2006. *Atlante orografico delle Alpi. SOIUSA*. Pavone Canadese, Priuli & Verlucca Ed.
- MARTINI E., BONA E., DANIELI S., FANTINI G., FEDERICI G., FENAROLI F., MANGILI L., PERICO G., TAGLIAFERRI F., E ZANOTTI E., 2012. *Flora vascolare della Lombardia centro-orientale*. 2 vol. Lint Trieste. Pp. 1-602; 1-326.
- MOSER D., GYGAX A., BÄUMLER B., WYLER N., PALESE R., 2002. *Lista rossa delle specie minacciate in Svizzera. Felci e piante a fiore*. Edizione 2002. Ufficio Federale Ambiente Foreste e Paesaggio, Berna; Centro Rete Svizzera Floristica, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques Ville de Genève, Chambésy. Collana UFAPP "Ambiente-Esecuzione".
- MUELLER-DOMBOIS D. & ELLENBERG H., 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York: 547 pp.
- NAVARRO L., GUITIÁN J. 2003. *Seed germination and seedling survival of two threatened endemic species of the north-west Iberian peninsula*. Biological Conservation 109:313–320.
- OBERDORFER E., 1977. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- OZENDA P., 1985. *La vegetation de la Chaîne Alpine*. Masson – Paris
- PAROLO G., 2004. *I consorzi a Sanguisorba dodecandra Moretti della Val di Togno*. Webbia 59 (1): 177-188.
- PAULI H., GOTTFRIED M., GRABHERR G., 2003. *Effects of climate change on the alpine and nival vegetation of the Alps*. Journal of Mountain Ecology 7: 9-12.
- PERRACINO M., 2010. *Atlante dei SIC della Provincia di Bergamo*. Regione Lombardia e Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano.

- PIERCE S., BRUSA G., VAGGE I., CERABOLINI B. E. L., 2013. *Allocating CSR plant functional types: the use of leaf economics and size traits to classify woody and herbaceous vascular plants*. *Functional Ecology* 2013, 1-9.
- PIERCE S., FERRARIO A., CERABOLINI B. 2010. *Outbreeding and asymbiotic germination in the conservation of the endangered Italian endemic orchid *Ophrys benacensis**. *Plant Biosystems*, Vol. 144, No. 1: 121-127
- PIERCE ET AL., 2016. *A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes worldwide*. *Functional Ecology*, vol 30., issue 9.
- PIGNATTI S., 1976. *Geobotanica*. In CAPPELLETTI C., 1976. *Trattato di botanica*, Vol. II. UTET, Torino.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole.
- PIGNATTI S., 1995. *Ecologia vegetale*. Utet, Torino.
- PIGNATTI S., BIANCO P. M., FANELLI G., PAGLIA S., PIETROSANTI S., TESCAROLLO P., 2001. *Le piante come indicatori ambientali. Manuale tecnico-scientifico*. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'ambiente, Roma.
- PIROLA A., 1964. *Ricerche su *Sanguisorba dodecandra* Moretti*. *Atti Ist. Bot. Lab. Crittog. Univ. Pavia*, ser. 5, 21: 69-99.
- PIROLA A., 1965. *Note sulla distribuzione e l'habitat di *Viola comollia* Massara*. *Atti Ist. Bot. Lab. Crittog. Univ. Pavia* ser. 6, 1: 99-103
- PIROLA A., CREDARO V., 1979. *Sur la sociologie de *Sanguisorba dodecandra* Moretti espèce endémique des Alpes orobiennes (Sondrio – Italie)*. *Doc. Phytosoc.*, n.s., 4: 841-846.
- PITSCHMANN H., REISIGL H., 1959. *Endemische Blütenpflanzen der Südalpen zwischen Luganersee und Etsch*. *Veröffn. Geobot. Inst. Rübel Zürich*, 35: 44-68.
- PROVASI T., 1922. *Storia e distribuzione geografica della *Androsace brevis* (Heg)*. *Ces. N. Giorn. Bot. Ital.*, 29: 120-141.
- PROVASI T., 1925. *Nuova stazione dell'*Androsace brevis* (Heg.) Ces. nelle Alpi Orobie*. *Bull. Soc. Bot. Ital.* (7): 147.
- RAVAZZI C., 1989. *Presenza di *Moehringia dielsiana* Mattf. Nella valle del torrente Gera (Prealpi Lombarde). Osservazioni sulle esigenze ecologiche e sulla diagnosi della specie*. *Rivista Mus. Civico Sci. Nat. E. Caffi*, 13: 199 - 211
- RAVAZZI C., 1992. *Lineamenti fisionomici, ecologia e fattori edafici della vegetazione di alcuni massicci calcareo-dolomitici delle Prealpi Lombarde*. *Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia "Natura Bresciana"*, n. 27: 11-49.
- RAVAZZI C., 1996. *Esempi di vegetazione litofila xerofila isolata dall'Olocene antico in Val Fosca*. *Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia "Natura Bresciana"*, n. 30: 127-146.
- RAVAZZI C., FERLINGHETTI R., 1986. *Analisi dei caratteri geoambientali e tassonomici di una nuova stazione disgiunta di *Primula gr. glaucescens* nelle Alpi Orobie*. *Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. "E. Caffi" Bergamo*, n. 10: 79-100.
- RAVAZZI C., PEREGO R., 2001. *Distribuzione ed ecologia di *Saxifraga petraea* L. nel settore occidentale delle Prealpi Lombarde*. *Rivista Mus. Civico Sci. Nat. E. Caffi*, 20: 99 – 110
- RAUNKIAER C., 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford, Clarendon press.
- REGIONE LOMBARDIA, 2010. *Flora e piccola fauna protette in Lombardia*. Centro Flora Autoctona della Regione Lombardia, Galbiate (LC)
- REISIGL H., 1996. *Insubrien und das Gardaseegebiet: Vegetation, Florengeschichte, Endemismus*. *Atti del 24° simposio della Società Estalpino-Dinarica di Fitosociologia "Flora e vegetazione dell'Insubria"*. *Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Archeol., St., Sc. Nat., suppl. II*, n. 11: 9-25.
- REISIGL H., PITSCHMANN H., 1959. *Botanische streifzüge in den Bergamasker alpen. Zur verbreitung von *Presolana – Steinbrech (Saxifraga presolanensis Eng.)* und *Arera-Labkraut (Galium montis-arerae Merxm. et Ehrendf.)**. *Jahrb. Vereins. Schtze Alpenpfl. Alpentiere*, 34: 106 – 111

- RIVAS-MARTÍNEZ S., PENAS A., DIAZ T.T., 2004. *Biogeographic map of Europe 1 :16.000.000*. Cartographic service, Univ. Leon.
- RÖRMERMANN C., TACKENBERG O., POSCHOLD P., 2005. *How to predict attachment potential of seed to sheep and cattle coat from simple morphological seed traits*. *Oikos*, 110: 219-230.
- ROSELLO J.A., MAYOL M. 2002. *Seed germination and reproductive features of *Lysimachia minoricensis* (Primulaceae), a wild extinct plant*. *Annals of Botany* 89: 559–562.
- ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R.P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F.M., ORSENIGO S. (EDS), 2013. *Lista rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- ROSSI P., 2005. *La flora del gruppo delle Grigne a cura di Valerio Giacomini*. Comunità Montana della Valsassina, Valvarrone, val d’Esino e Riviera. Edito da manoscritto del 1926.
- SERRA F., 2003. *Introduzione alla geologia della provincia di Como*. Provincia di Como, Assessorato Ecologia ed Ambiente. Editrice L'ammonitore, Varese.
- SCHERINI G.C., PAROLO G., 2010. *Atlante dei SIC della Provincia di Sondrio*. Regione Lombardia e Fondazione Lombardia per l’Ambiente, Milano.
- SCHNEEWEISS, G. M., PACHSCHWÖLLA C., TRIBSCH A., SCHÖNSWETTER P., BARFUSSA M. H. G., ESFELDD K., WEISS-SCHNEEWEISS H. A., THIVD M., 2013. *Molecular phylogenetic analyses identify Alpine differentiation and dysploid chromosome number changes as major forces for the evolution of the European endemic *Phyteuma* (Campanulaceae)*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* Volume 69, Issue 3, Pages 634–652
- SCHÖNSWETTER P., SCHNEEWEISS G. M., KELSO S., NIKFELD H., 2004. *Complex Biogeographic Patterns in *Androsace* (Primulaceae) and Related Genera: Evidence from Phylogenetic Analyses of Nuclear Internal Transcribed Spacer and Plastid *trbL-F* Sequences*. *Sust. Biol.*, 53(6): 856 – 876.
- SCHÖNSWETTER P., TRIBSCH A., SCHNEEWEISS G.M., NIKFELD H., 2003. *Disjunction in relict alpine plants: phylogeography of *Androsace brevis* and *A. wulfeniana* (Primulaceae)*. *Bot. J. Linn. Soc.*, 141: 437-466.
- SCHÖNSWETTER P., TRIBSCH A., NIKFELD H., 2003. *Phylogeography of the High Alpine cushion plant *Androsace alpina* (Primulaceae) in the European Alps*. *Pant Biology* 5: 623-630.
- SMIRAGLIA C., DIOLAIUTI G., 2015. *Il Nuovo Catasto dei Ghiacciai Italiani*. Ev-K2-CNR Ed., Bergamo, 400 pp.
- SMITH G., LOWE D. 1997. *The Genus *Androsace*: a monograph for gardeners and botanists*. Alpine Garden Society.
- SPSS, 2000. *SYSTAT 10 for Windows: Statistics*. SPSS Inc, Chicago.
- SUTTER R., 1962. *Das Caricion austroalpinae, eine neuer insubrisch sudalpiner Seslerietalia Verband*. *Mitt. Ostalpin. Dinar. Pflanzensoziol. Arb. Gem.* 2,18-22.
- THEURILLAT J.P., 1996. *Les pelouses à *Carex curvula* ssp. *curvula* (*Caricion curvulae*) dans les Alpes*. *Diss. Bot.* 258, Vol. Jubilaire J.L.Richard: 267-294. J. Cramer, Stuttgart.
- TRIBSCH A., SCHÖNSWETTER P., 2003. *Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm palaeoenvironmental evidence for Pleistocene refugia in the Eastern Alps*. *Taxon*, 52: 477-497.
- UBALDI D., 2003. *Flora, fitocenosi e ambiente. Elementi di Geobotanica e Fitosociologia*. Clueb Editore, Bologna.
- VALOTI M., 1993. *Distribuzione del genere *Androsace* sulle montagne bergamasche*. *Not. Florist. Flora Alpina Bergamasca*, 3: 10-16.

- VAN DER MAAREL E., 1979. *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity*. *Vegetatio* 39 (2): 97-114.
- VEZZOLI V., 2010. *La storia geologica della Provincia di Como*. Provincia di Como, Assessorato Ecologia ed Ambiente.
- WASHITANI I., MASUDA M. 1990. *A comparative study of the germination characteristics of seeds from a moist tall grassland community*. *Functional Ecology* 4, 543–557
- WANG M.L., BARKLEY N.A., JENKINS T.M., 2009. *Microsatellite Markers in Plants and Insects. Part I: Applications of Biotechnology*. Genes, Genomes and Genomics, Global Science Books.
- WEIBULL, W., 1951. *A statistical distribution function of wide applicability*. *Journal of Applied Mechanics* 18, 293–297.
- Weiss H., SCHNEEWEISS G.M., 2001. *Chromosome number and ploidy level of *Androsace maxima* (Primulaceae) in Austria*. *Neireichia* 1: 177-180
- WELTEN M., SUTTER R., 1982. *Atlas de distribution des pteridophytes et des phanerogames de la Suisse*. Birkhauser Verlag, Basel, 2 tomes.
- WESCHE K., PIETSCH M., RONNENBERG K., UNDRACH R., HENSEN I. 2006. *Germination of fresh and frost-treated seeds from dry central Asian steppes*. *Seed Science Research* 16: 123–136.

10 – APPENDICE

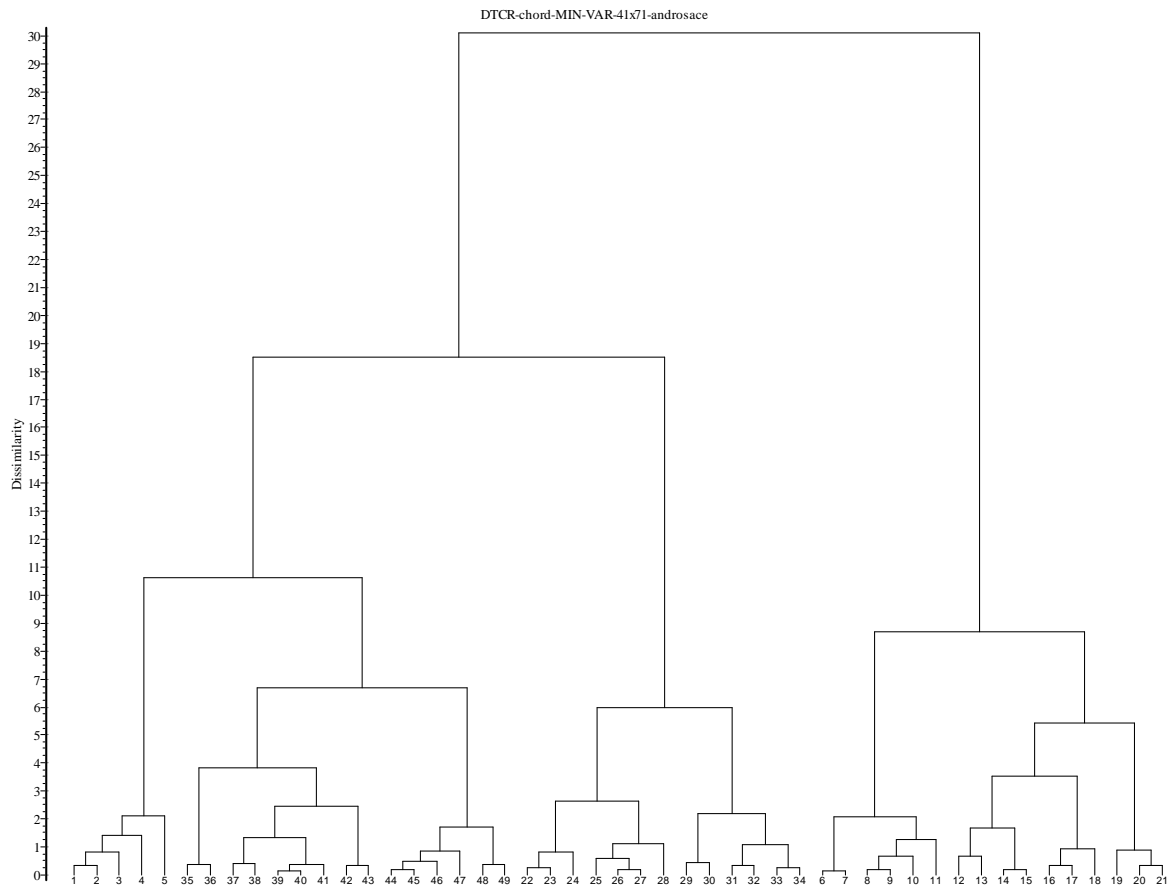
Tabella dei Rilievi

NUM-DEN	NUM-TAB	RELEVES NUMBER	SITE	COORDINATES	DATE	ALTITUDE	EXPOSITION (°)	INCLINATION (%)	N°Specie	Androsace brevis	Carex curvula inner alp	Oreoblan C. curvula grassland	Ridge with patch of Festuca	Rocky Ridges	Smooth Ridge of High Larian Alps
1	2	3	4	5	15	16	17	18	19	20					
1	2	3	4	5	44	45	46	47	48	49					
44	46	45	42	43	16	18	17	29	24	31					
					Legnone					Tré Signori					
					N 46°05'40.5" E 009°24'58.0"					N 46°00'41.1" E 009°30'14.0"					
					23/06/2015					30/08/2014					
					N 46°00'50.4" E 009°31'56.7"					N 46°01'06.4" E 009°33'25.5"					
					14/07/2015					30/07/2013					
					N 46°15'52.2" E 009°34'01.1"					N 46°01'08.7" E 009°33'18.7"					
					Barbican					30/08/2014					
					N 46°17'00.8" E 009°35'36.2"					N 46°01'09.7" E 009°33'18.7"					
					Gianniti					25/09/2013					
					14/07/2015					N 46°10'08.7" E 009°33'34.2"					
					N 46°17'00.8" E 009°35'36.2"					N 46°10'05.4" E 009°33'28.1"					
					Passo dell'Orto					30/08/2014					
					N 46°15'40.0" E 09°34'00.0"					N 46°07'23.2" E 009°30'27.2"					
					13/07/2015					24/09/2014					
					N 46°13'08.5" E 009°21'46.6"					03/10/2014					
					Sasso Canale 2					21/05/2013					
					46° 51.48'N 9° 42.51'E					21/05/2013					
					46° 7.094"N 9° 42.251'E					21/05/2013					
					Garzifra 1					09/09/2014					
					N 46°07'23.2" E 009°30'27.2"					09/09/2014					
					21/05/2013					26/07/2013					
					46° 51.48'N 9° 42.51'E					26/07/2013					
					46° 7.094"N 9° 42.251'E					26/07/2013					
					Garzifra 3					26/07/2013					
					N 46°07'23.2" E 009°30'27.2"					26/07/2013					
					46° 51.48'N 9° 42.51'E					26/07/2013					
					46° 7.094"N 9° 42.251'E					26/07/2013					
					Garzifra 2					26/07/2013					
					N 46°07'23.2" E 009°30'27.2"					26/07/2013					
					46° 51.48'N 9° 42.51'E					26/07/2013					
					46° 7.094"N 9° 42.251'E					26/07/2013					
					Sasso Canale					26/07/2013					
					N 46°07'23.2" E 009°30'27.2"					26/07/2013					
					46° 51.48'N 9° 42.51'E					26/07/2013					
					46° 7.094"N 9° 42.251'E					26/07/2013					
					Pizzo Gino					26/07/2013					
					N 46°07'23.2" E 009°30'27.2"					26/07/2013					
					46° 51.48'N 9° 42.51'E					26/07/2013					
					46° 7.094"N 9° 42.251'E					26/07/2013					
					Sasso Canale					26/07/2013					
					N 46°07'23.2" E 009°30'27.2"					26/07/2013					
					46° 51.48'N 9° 42.51'E					26/07/2013					
					46° 7.094"N 9° 42.251'E					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					
					12/14 # 27 47 49 48 36 39 7					26/07/2013					
					Foraro					26/07/2013					
					N 46°03'22.2" E 009°38'27.5"					26/07/2013					

Tabella Sinottica

CLUSTER	Inner alps <i>Carex curvula</i> grassland	Orobian <i>Carex curvula</i> grassland	Ridge with patches of <i>Festuca varia</i> aggr.	Rocky ridges	Smooth ridge of High Larian alps
RELEVES NUMBER	5	6	9	13	16
SPECIES NUMBER (MEDIUM)	19	16	11	18	14
ALTITUDE (MEDIUM)	2.521	2.345	2.171	2.247	2.155
<i>Androsace brevis</i>	V	V	V	V	V
<i>Festuca halleri</i>	V	.	.	.	.
<i>Phyteuma globularifolium</i>	IV	.	.	.	.
<i>Sempervivum montanum</i>	III	.	.	.	.
<i>Eritrichium nanum</i>	III	.	.	.	.
<i>Luzula lutea</i>	III	.	.	.	.
<i>Saxifraga bryoides</i>	II	.	.	.	.
<i>Viola biflora</i>	II	.	.	.	.
<i>Doronicum clusii</i>	II	.	.	.	.
<i>Ligusticum mutellinoides</i>	II	.	.	.	.
<i>Gentianella anisodonta</i>	.	III	.	.	.
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	.	.	II	II	.
<i>Bupleurum stellatum</i>	.	.	II	II	.
<i>Saxifraga paniculata</i>	.	.	.	IV	.
<i>Erigeron uniflorus</i>	.	.	.	III	.
<i>Hieracium glanduliferum</i>	.	.	.	III	.
<i>Draba aizoides</i>	.	.	.	II	.
<i>Euphrasia alpina</i>	.	.	.	II	.
<i>Poa alpina</i>	.	.	.	.	V
<i>Nardus stricta</i>	.	.	.	.	III
<i>Galium anisophyllum</i>	.	.	.	.	III
<i>Potentilla aurea</i>	.	.	.	.	II
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	.	.	.	.	II
<i>Agrostis rupestris</i>	.	.	.	.	II
<i>Antennaria carphatica</i>	.	.	.	.	II
<i>Avenula versicolor</i>	III	V	V	V	II
<i>Silene acaulis</i>	III	V	IV	V	IV
<i>Leontodon helveticus</i>	II	II	II	.	IV
<i>Juncus trifidus</i>	.	V	V	IV	II
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	.	V	IV	III	III
<i>Carex curvula</i>	V	V	.	.	II
<i>Senecio incanus</i> aggr.	IV	V	II	.	.
<i>Minuartia sedoides</i>	II	II	.	II	.
<i>Primula hirsuta</i>	II	V	II	V	.
<i>Pedicularis kernerii</i>	I	IV	.	II	.
<i>Trifolium alpinum</i>	I	V	.	.	III
<i>Gentiana alpina</i>	.	III	III	.	III
<i>Carex sempervires</i>	.	III	.	IV	III
<i>Phyteuma hedraianthifolium</i>	.	IV	.	IV	.
<i>Festuca scabriculmis</i>	.	III	IV	.	.

Dendrogramma dei rilievi



Conteggi sui pulvini

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n °frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Benigni 1	BEN5	2260	DET	2	22	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN23(a)	2260	DETCO	0	5	1	1	0	0	0
Benigni 1	BEN23(c)	2260	DETCO	0	6	1	1	0	0	0
Benigni 1	BEN22	2260	DETCO	0	11	2	0	1	0	0
Benigni 1	BEN23(b)	2260	DETCO	0	25	1	0	1	0	0
Benigni 1	BEN3	2260	DETCO	0	39	2	0	0	1	0
Benigni 1	BEN4	2260	DETCO	0	65	1	0	0	1	0
Benigni 1	BEN16	2260	RIP	0	6	0	1	0	0	0
Benigni 1	BEN21	2260	RIP	1	7	1	1	0	0	0
Benigni 1	BEN2 (a)	2260	RIP	0	12	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN24	2260	RIP	0	12	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN6	2260	RIP	0	13	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN12	2260	RIP	0	14	1	0	1	0	0
Benigni 1	BEN10	2260	RIP	0	17	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN11	2260	RIP	2	18	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN1 (b)	2260	RIP	0	20	1	0	1	0	0
Benigni 1	BEN14	2260	RIP	3	25	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN9 (b)	2260	RIP	0	26	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN9 (a)	2260	RIP	2	27	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN17	2260	RIP	0	27	0	0	1	0	0
Benigni 1	BEN7	2260	RIP	3	39	1	0	0	1	0
Benigni 1	BEN19	2260	RIP	0	39	0	0	0	1	0
Benigni 1	BEN2 (b)	2260	RIP	0	41	1	0	0	1	0
Benigni 1	BEN13	2260	RIP	2	42	1	0	0	1	0
Benigni 1	BEN18	2260	RIP	0	48	0	0	0	1	0
Benigni 1	BEN20	2260	RIP	0	50	0	0	0	1	0
Benigni 1	BEN1 (a)	2260	RIP	0	57	1	0	0	1	0
Benigni 1	BEN8 (a)	2260	RIP	1	65	2	0	0	1	0
Benigni 1	BEN8 (b)	2260	RIP	0	77	2	0	0	0	1
Benigni 1	BEN15	2260	RIP	0	128	0	0	0	0	1
Benigni2	BEN28	2280	DET	0	3	0	1	0	0	0
Benigni2	BEN41	2280	DET	0	25	0	0	1	0	0
Benigni2	BEN26(b)	2280	DET	3	27	1	0	1	0	0
Benigni2	BEN30	2280	DET	18	27	0	0	1	0	0
Benigni2	BEN46	2280	DET	1	29	0	0	1	0	0
Benigni2	BEN26(c)	2280	DET	2	30	1	0	1	0	0
Benigni2	BEN29	2280	DET	2	44	0	0	0	1	0
Benigni2	BEN43	2280	DET	0	82	0	0	0	0	1
Benigni2	BEN26 (a)	2280	DET	16	108	1	0	0	0	1
Benigni2	BEN35	2280	DETCO	0	9	2	1	0	0	0
Benigni2	BEN40	2280	DETCO	0	10	1	1	0	0	0
Benigni2	BEN38	2280	DETCO	2	11	1	0	1	0	0
Benigni2	BEN34	2280	DETCO	0	13	2	0	1	0	0
Benigni2	BEN33	2280	DETCO	0	14	2	0	1	0	0
Benigni2	BEN36	2280	DETCO	0	14	2	0	1	0	0
Benigni2	BEN42	2280	DETCO	1	17	2	0	1	0	0
Benigni2	BEN31	2280	DETCO	0	18	1	0	1	0	0
Benigni2	BEN37	2280	DETCO	0	30	2	0	1	0	0
Benigni2	BEN39	2280	DETCO	0	30	2	0	1	0	0
Benigni2	BEN27	2280	DETCO	0	34	2	0	0	1	0
Benigni2	BEN47	2280	DETCO	0	43	1	0	0	1	0
Benigni2	BEN44	2280	DETCO	10	68	0	0	0	1	0
Benigni2	BEN45	2280	DETCO	6	95	0	0	0	0	1
Benigni2	BEN25	2280	RIP	0	14	0	0	1	0	0
Benigni2	BEN32	2280	RIP	3	26	0	0	1	0	0
Benigni3	BEN58(b)	2290	DET	0	9	0	1	0	0	0
Benigni3	BEN58(a)	2290	DET	0	12	0	0	1	0	0
Benigni3	BEN58(c)	2290	DET	0	15	2	0	1	0	0
Benigni3	BEN57	2290	DET	0	29	0	0	1	0	0
Benigni3	BEN51	2290	DETCO	0	15	2	0	1	0	0
Benigni3	BEN53	2290	DETCO	3	30	2	0	1	0	0
Benigni3	BEN52	2290	DETCO	0	80	2	0	0	0	1
Benigni3	BEN54	2290	DETCO	0	117	1	0	0	0	1
Benigni3	BEN59(b)	2290	RIP	0	8	0	1	0	0	0
Benigni3	BEN50(c)	2290	RIP	1	10	0	1	0	0	0
Benigni3	BEN56	2290	RIP	0	15	0	0	1	0	0
Benigni3	BEN50(a)	2290	RIP	3	16	0	0	1	0	0
Benigni3	BEN59(a)	2290	RIP	0	16	0	0	1	0	0
Benigni3	BEN48	2290	RIP	1	19	0	0	1	0	0
Benigni3	BEN55	2290	RIP	0	23	0	0	1	0	0
Benigni3	BEN50(d)	2290	RIP	3	35	0	0	0	1	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Benigni3	BEN49	2290	RIP	3	39	1	0	0	1	0
Benigni3	BEN50(b)	2290	RIP	7	144	0	0	0	0	1
Benigni4	BEN65	2300	DETCON	32	84	2	0	0	0	1
Benigni4	BEN64	2300	RIP	0	15	2	0	1	0	0
Benigni4	BEN60	2300	RIP	0	18	0	0	1	0	0
Benigni4	BEN63	2300	RIP	11	24	0	0	1	0	0
Benigni4	BEN62	2300	RIP	4	31	1	0	0	1	0
Benigni4	BEN61	2300	RIP	1	56	0	0	0	1	0
Benigni5	BEN67	2302	DETCON	0	29	1	0	1	0	0
Benigni5	BEN66	2302	DETCON	0	87	1	0	0	0	1
Benigni6	BEN75	2284	DETCON	0	11	1	0	1	0	0
Benigni6	BEN74	2284	DETCON	0	12	0	0	1	0	0
Benigni6	BEN73	2284	DETCON	0	23	1	0	1	0	0
Benigni6	BEN72	2284	DETCON	0	27	2	0	1	0	0
Benigni6	BEN70	2284	RIP	0	23	0	0	1	0	0
Benigni6	BEN68	2284	RIP	0	31	0	0	0	1	0
Benigni6	BEN69	2284	RIP	4	36	0	0	0	1	0
Benigni6	BEN76	2284	RIP	0	39	0	0	0	1	0
Benigni6	BEN71	2284	RIP	3	71	0	0	0	0	1
Bocchetta d'inferno	BI_6	2315	DETCON	12	6	0	1	0	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_3	2315	DETCON	5	7	1	1	0	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_4	2315	DETCON	32	8	1	1	0	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_9	2315	DETCON	15	12	1	0	1	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_5	2315	DETCON	20	17	0	0	1	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_15	2315	DETCON	0	20	0	0	1	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_7	2315	DETCON	3	24	1	0	1	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_12	2315	DETCON	6	30	2	0	1	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_11	2315	DETCON	18	46	0	0	0	1	0
Bocchetta d'inferno	BI_2	2315	DETCON	57	55	1	0	0	1	0
Bocchetta d'inferno	BI_1	2315	DETCON	37	58	1	0	0	1	0
Bocchetta d'inferno	BI_8	2315	DETCON	10	60	1	0	0	1	0
Bocchetta d'inferno	BI_16	2315	DETCON	69	61	2	0	0	1	0
Bocchetta d'inferno	BI_10	2315	DETCON	12	65	2	0	0	1	0
Bocchetta d'inferno	BI_17	2315	RIP	7	12	1	0	1	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_13	2315	RIP	24	14	2	0	1	0	0
Bocchetta d'inferno	BI_14	2315	RIP	13	14	0	0	1	0	0
Fioraro 1	Fio1	2342	DETCON	0	9	2	1	0	0	0
Fioraro 1	Fio3	2342	DETCON	1	9	2	1	0	0	0
Fioraro 1	Fio2	2342	DETCON	2	15	2	0	1	0	0
Fioraro 2	Fio6	2338	DETCON	0	2	2	1	0	0	0
Fioraro 2	Fio7	2338	DETCON	1	6	2	1	0	0	0
Fioraro 2	Fio4	2338	DETCON	0	12	2	0	1	0	0
Fioraro 2	Fio5	2338	DETCON	0	29	2	0	1	0	0
Fioraro 3	Fio8(b)	2286	DETCON	0	10	0	1	0	0	0
Fioraro 3	Fio8(a)	2286	RIP	0	43	1	0	0	1	0
Fioraro 4	Fio16	2197	DETCON	0	2	2	1	0	0	0
Fioraro 4	Fio17	2197	DETCON	0	2	2	1	0	0	0
Fioraro 4	Fio11	2197	DETCON	5	11	2	0	1	0	0
Fioraro 4	Fio18	2197	DETCON	0	12	2	0	1	0	0
Fioraro 4	Fio14	2197	DETCON	5	25	2	0	1	0	0
Fioraro 4	Fio15	2197	DETCON	1	31	2	0	0	1	0
Fioraro 4	Fio13	2197	RIP	0	7	2	1	0	0	0
Fioraro 4	Fio12(a)	2197	RIP	0	9	2	1	0	0	0
Fioraro 4	Fio12(b)	2197	RIP	0	23	2	0	1	0	0
Fioraro 4	Fio9	2197	RIP	0	65	1	0	0	1	0
Fioraro 4	Fio10	2197	RIP	11	77	1	0	0	0	1
Garzirola 1	Gar1	2090	DET	3	23	1	0	1	0	0
Garzirola 1	Gar14	2090	DETCON	4	4	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar15	2090	DETCON	5	4	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar17(1)	2090	DETCON	5	4	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar18	2090	DETCON	3	4	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar5	2090	DETCON	9	6	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar2	2090	DETCON	0	8	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar13	2090	DETCON	2	9	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar27(1)	2090	DETCON	1	9	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar11	2090	DETCON	4	10	2	1	0	0	0
Garzirola 1	Gar10	2090	DETCON	5	11	2	0	1	0	0
Garzirola 1	Gar17(2)	2090	DETCON	0	11	0	0	1	0	0
Garzirola 1	Gar12	2090	DETCON	3	13	2	0	1	0	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Garzirola 1	Gar7	2090	DETCO	4	15	2	0	1	0	0
Garzirola 1	Gar24	2090	DETCO	4	18	2	0	1	0	0
Garzirola 1	Gar27(2)	2090	DETCO	2	24	1	0	1	0	0
Garzirola 1	Gar25	2090	DETCO	3	30	2	0	1	0	0
Garzirola 1	Gar23	2090	DETCO	0	32	2	0	0	1	0
Garzirola 1	Gar20	2090	DETCO	0	36	1	0	0	1	0
Garzirola 1	Gar28	2090	DETCO	3	38	2	0	0	1	0
Garzirola 1	Gar9	2090	DETCO	1	43	2	0	0	1	0
Garzirola 1	Gar26	2090	DETCO	2	52	2	0	0	1	0
Garzirola 1	Gar22	2090	DETCO	0	71	2	0	0	0	1
Garzirola 1	Gar8	2090	DETCO	2	73	2	0	0	0	1
Garzirola 1	Gar16	2090	DETCO	3	74	1	0	0	0	1
Garzirola 1	Gar19	2090	RIP	0	14	0	0	1	0	0
Garzirola 1	Gar21	2090	RIP	8	37	0	0	0	1	0
Garzirola 1	Gar4	2090	RIP	4	63	0	0	0	1	0
Garzirola 1	Gar3	2090	RIP	2	77	1	0	0	0	1
Garzirola 1	Gar6	2090	RP	3	69	0	0	0	1	0
Garzirola 2	Gar45	2080	DET	1	42	0	0	0	1	0
Garzirola 2	Gar33	2080	DETCO	1	9	2	1	0	0	0
Garzirola 2	Gar30	2080	DETCO	2	13	2	0	1	0	0
Garzirola 2	Gar32	2080	DETCO	1	14	1	0	1	0	0
Garzirola 2	Gar43	2080	DETCO	3	18	1	0	1	0	0
Garzirola 2	Gar42	2080	DETCO	7	30	2	0	1	0	0
Garzirola 2	Gar38	2080	DETCO	6	33	2	0	0	1	0
Garzirola 2	Gar34	2080	DETCO	5	40	2	0	0	1	0
Garzirola 2	Gar37	2080	DETCO	9	48	1	0	0	1	0
Garzirola 2	Gar35	2080	DETCO	2	51	1	0	0	1	0
Garzirola 2	Gar39	2080	DETCO	2	56	2	0	0	1	0
Garzirola 2	Gar44	2080	DETCO	2	71	2	0	0	0	1
Garzirola 2	Gar36	2080	DETCO	4	92	1	0	0	0	1
Garzirola 2	Gar29(2)	2080	RIP	0	5	0	1	0	0	0
Garzirola 2	Gar29(1)	2080	RIP	2	12	0	0	1	0	0
Garzirola 2	Gar40	2080	RIP	2	23	1	0	1	0	0
Garzirola 2	Gar31	2080	RIP	3	36	0	0	0	1	0
Garzirola 2	Gar41	2080	RIP	3	84	2	0	0	0	1
Garzirola 3	Gar51	2070	DETCO	2	15	2	0	1	0	0
Garzirola 3	Gar46	2070	DETCO	4	25	1	0	1	0	0
Garzirola 3	Gar48	2070	DETCO	2	68	2	0	0	1	0
Garzirola 3	Gar49	2070	DETCO	5	70	1	0	0	0	1
Garzirola 3	Gar50	2070	RIP	3	17	0	0	1	0	0
Garzirola 3	Gar47	2070	RIP	17	51	0	0	0	1	0
Gianetti	G_12	2540	DETCO	19	351	2	0	0	0	1
Gianetti	G_8	2540	RIP	0	17	2	0	1	0	0
Gianetti	G_5	2540	RIP	0	44	1	0	0	1	0
Gianetti	G_11	2540	RIP	0	65	1	0	0	1	0
Gianetti	G_2	2540	RIP	0	77	0	0	0	0	1
Gianetti	G_3	2540	RIP	0	108	0	0	0	0	1
Gianetti	G_4	2540	RIP	0	115	2	0	0	0	1
Gianetti	G_1	2540	RIP	0	132	0	0	0	0	1
Gianetti	G_7(b)	2540	RIP	3	164	2	0	0	0	1
Gianetti	G_7(a)	2540	RIP	0	179	0	0	0	0	1
Gianetti	G_6	2540	RIP	0	249	0	0	0	0	1
Gianetti	G_9(b)	2540	RIP	17	263	2	0	0	0	1
Gianetti	G_9(a)	2540	RIP	14	354	0	0	0	0	1
Gianetti	G_10	2540	RIP	1	360	0	0	0	0	1
Monte Legnone	L_3	2578	DET	29	20	2	0	1	0	0
Monte Legnone	L_13	2578	DET	8	50	1	0	0	1	0
Monte Legnone	L_5	2578	DETCO	3	21	1	0	1	0	0
Monte Legnone	L_15	2578	DETCO	9	22	1	0	1	0	0
Monte Legnone	L_14	2578	DETCO	19	24	2	0	1	0	0
Monte Legnone	L_12	2578	DETCO	8	29	1	0	1	0	0
Monte Legnone	L_16	2578	DETCO	22	31	1	0	0	1	0
Monte Legnone	L_4	2578	DETCO	6	39	1	0	0	1	0
Monte Legnone	L_7	2578	DETCO	5	52	0	0	0	1	0
Monte Legnone	L_11	2578	DETCO	45	61	0	0	0	1	0
Monte Legnone	L_9	2578	DETCO	0	66	2	0	0	1	0
Monte Legnone	L_10	2578	DETCO	7	70	1	0	0	0	1
Monte Legnone	L_8	2578	DETCO	10	85	1	0	0	0	1
Monte Legnone	L_1	2578	RIP	4	27	0	0	1	0	0
Monte Legnone	L_2	2578	RIP	34	49	1	0	0	1	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Monte Legnone	L_6	2578	RIP	68	303	0	0	0	0	1
Passo Barbacan	B_1	2600	DET	54	106	2	0	0	0	1
Passo Barbacan	B_13	2600	RIP	6	94	0	0	0	0	1
Passo Barbacan	B_12(b)	2600	RIP	1	1	0	1	0	0	0
Passo Barbacan	B_10	2600	RIP	4	13	1	0	1	0	0
Passo Barbacan	B_12(a)	2600	RIP	8	17	0	0	1	0	0
Passo Barbacan	B_6(b)	2600	RIP	8	27	1	0	1	0	0
Passo Barbacan	B_4	2600	RIP	9	32	2	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_11	2600	RIP	34	35	1	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_3	2600	RIP	21	36	2	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_8	2600	RIP	22	42	0	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_2	2600	RIP	2	45	2	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_6(a)	2600	RIP	10	48	0	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_9(b)	2600	RIP	1	53	0	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_7	2600	RIP	11	62	2	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_9(a)	2600	RIP	7	69	0	0	0	1	0
Passo Barbacan	B_5	2600	RIP	28	145	2	0	0	0	1
Passo dell'oro	PO_4	2570	RIP	4	25	1	0	1	0	0
Passo dell'oro	PO_5	2570	RIP	7	26	2	0	1	0	0
Passo dell'oro	PO_2	2570	RIP	16	31	1	0	0	1	0
Passo dell'oro	PO_8	2570	RIP	4	38	0	0	0	1	0
Passo dell'oro	PO_1	2570	RIP	25	40	0	0	0	1	0
Passo dell'oro	PO_6	2570	RIP	20	47	1	0	0	1	0
Passo dell'oro	PO_7	2570	RIP	25	51	1	0	0	1	0
Passo dell'oro	PO_3	2570	RIP	24	58	1	0	0	1	0
Pianchette 1	Pia1	2153	DETCO	39	62	2	0	0	1	0
Pianchette 2	Pia2	2153	DETCO	1	10	1	1	0	0	0
Pianchette 3	Pia12	2153	DETCO	0	2	2	1	0	0	0
Pianchette 3	Pia9	2153	DETCO	0	6	2	1	0	0	0
Pianchette 3	Pia10	2153	DETCO	1	20	2	0	1	0	0
Pianchette 3	Pia8	2153	DETCO	2	29	2	0	1	0	0
Pianchette 3	Pia11	2153	DETCO	1	29	2	0	1	0	0
Pianchette 3	Pia3	2153	DETCO	1	32	2	0	0	1	0
Pianchette 3	Pia7	2153	DETCO	1	35	2	0	0	1	0
Pianchette 3	Pia6	2153	DETCO	0	50	1	0	0	1	0
Pianchette 3	Pia5	2153	DETCO	4	63	2	0	0	1	0
Pianchette 3	Pia4	2153	DETCO	3	68	2	0	0	1	0
Pianchette 5	Pia17	2153	DETCO	0	5	2	1	0	0	0
Pianchette 5	Pia16	2153	DETCO	0	8	2	1	0	0	0
Pianchette 5	Pia15	2153	DETCO	1	9	1	1	0	0	0
Pianchette 5	Pia18	2153	DETCO	1	22	2	0	1	0	0
Pianchette 5	Pia14	2153	DETCO	2	50	2	0	0	1	0
Pianchette 5	Pia19	2153	RIP	0	10	0	1	0	0	0
Pizzo Gino 1	PZG9	2112	DETCO	0	6	2	1	0	0	0
Pizzo Gino 1	PZG5	2112	DETCO	0	16	0	0	1	0	0
Pizzo Gino 1	PZG3	2112	DETCO	17	33	1	0	0	1	0
Pizzo Gino 1	PZG10	2112	DETCO	5	47	2	0	0	1	0
Pizzo Gino 1	PZG4	2112	DETCO	27	57	0	0	0	1	0
Pizzo Gino 1	PZG8	2112	DETCO	18	75	1	0	0	0	1
Pizzo Gino 1	PZG6	2112	DETCO	21	85	0	0	0	0	1
Pizzo Gino 1	PZG7	2112	DETCO	31	109	1	0	0	0	1
Pizzo Gino 1	PZG2	2112	DETCO	20	121	1	0	0	0	1
Pizzo Gino 1	PZG1	2112	RIP	118	120	1	0	0	0	1
Pizzo Gino 2	PZG14	2110	DETCO	1	22	2	0	1	0	0
Pizzo Gino 2	PZG11	2110	DETCO	0	25	2	0	1	0	0
Pizzo Gino 2	PZG13	2110	DETCO	23	45	2	0	0	1	0
Pizzo Gino 2	PZG12	2110	DETCO	15	61	2	0	0	1	0
Pizzo Gino 2	PZG15	2110	DETCO	33	71	1	0	0	0	1
Pizzo Gino 2	PZG16	2110	RIP	0	5	1	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon29	2315	DET	5	23	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon14	2315	DET	2	34	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon19	2315	DETCO	6	3	1	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon32	2315	DETCO	2	3	2	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon33(a)	2315	DETCO	10	3	1	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon34(a)	2315	DETCO	1	4	1	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon5	2315	DETCO	7	6	2	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon16	2315	DETCO	1	6	1	1	0	0	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Ponteranica 1	Pon33(b)	2315	DETCO	5	7	1	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon34(b)	2315	DETCO	3	8	1	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon4(2)	2315	DETCO	3	9	1	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon15	2315	DETCO	4	9	2	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon25	2315	DETCO	7	9	2	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon69	2320	DETCO	2	10	2	1	0	0	0
Ponteranica 1	Pon12	2315	DETCO	0	11	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon23	2315	DETCO	10	11	2	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon66	2320	DETCO	0	11	2	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon17	2315	DETCO	8	14	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon6	2315	DETCO	0	21	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon31	2315	DETCO	4	21	0	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon24	2315	DETCO	19	22	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon36	2315	DETCO	6	23	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon72	2320	DETCO	2	26	2	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon18	2315	DETCO	7	27	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon4(1)	2315	DETCO	13	31	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon26	2315	DETCO	9	41	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon10	2315	DETCO	5	49	2	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon38	2315	DETCO	15	63	2	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon27	2315	DETCO	38	65	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon11	2315	DETCO	10	72	1	0	0	0	1
Ponteranica 1	Pon68	2320	DETCO	74	83	1	0	0	0	1
Ponteranica 1	Pon20	2315	DETCO	17	84	1	0	0	0	1
Ponteranica 1	Pon37	2315	DETCO	65	131	0	0	0	0	1
Ponteranica 1	Pon73	2320	RIP	0	11	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon70(b)	2320	RIP	0	13	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon70(a)	2320	RIP	1	14	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon2	2315	RIP	4	15	0	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon64	2320	RIP	2	23	1	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon30	2315	RIP	25	26	0	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon65	2320	RIP	4	30	0	0	1	0	0
Ponteranica 1	Pon71	2320	RIP	11	32	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon3	2315	RIP	0	33	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon22	2315	RIP	8	33	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon28	2315	RIP	1	34	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon35	2315	RIP	9	37	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon1	2315	RIP	1	40	0	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon7	2315	RIP	2	44	1	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon8	2315	RIP	16	52	1	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon67	2320	RIP	8	53	1	0	0	1	0
Ponteranica 1	Pon21	2315	RIP	20	71	0	0	0	0	1
Ponteranica 1	Pon9	2315	RIP	5	74	1	0	0	0	1
Ponteranica 1	Pon13	2315	RIP	62	87	0	0	0	0	1
Ponteranica 1	Pon74	2320	RIP	3	168	0	0	0	0	1
Ponteranica 2	Pon61(b)	2330	DET	0	4	0	1	0	0	0
Ponteranica 2	Pon56(a)	2330	DET	6	16	1	0	1	0	0
Ponteranica 2	Pon56(b)	2330	DET	1	22	0	0	1	0	0
Ponteranica 2	Pon58	2330	DET	2	43	0	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon41	2330	DET	5	47	1	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon57	2330	DET	3	48	1	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon61(a)	2330	DET	3	48	1	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon50	2330	DET	6	56	1	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon42	2330	DET	0	91	0	0	0	0	1
Ponteranica 2	Pon49	2330	DETCO	0	7	1	1	0	0	0
Ponteranica 2	Pon47	2330	DETCO	0	10	2	1	0	0	0
Ponteranica 2	Pon39	2330	DETCO	3	12	2	0	1	0	0
Ponteranica 2	Pon48 (a)	2330	DETCO	0	19	2	0	1	0	0
Ponteranica 2	Pon40	2330	DETCO	0	28	2	0	1	0	0
Ponteranica 2	Pon48(b)	2330	DETCO	0	28	2	0	1	0	0
Ponteranica 2	Pon44	2330	DETCO	5	49	2	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon43	2330	DETCO	19	50	1	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon51	2330	DETCO	22	51	2	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon53	2330	DETCO	0	52	1	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon62	2330	DETCO	8	52	1	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon56(c)	2330	DETCO	4	53	2	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon45	2330	DETCO	7	58	2	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon63	2330	DETCO	10	58	2	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon46	2330	DETCO	22	62	2	0	0	1	0
Ponteranica 2	Pon52	2330	DETCO	7	72	1	0	0	0	1
Ponteranica 2	Pon54(a)	2330	RIP	0	4	0	1	0	0	0
Ponteranica 2	Pon54(b)	2330	RIP	0	21	0	0	1	0	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Ponteranica 2	Pon55	2330	RIP	3	28	0	0	1	0	0
Ponteranica 2	Pon60	2330	RIP	21	96	2	0	0	0	1
Ponteranica 2	Pon59	2330	RIP	19	104	0	0	0	0	1
Ponteranica 3	Pon102	2320	DETCO	2	4	2	1	0	0	0
Ponteranica 3	Pon106	2320	DETCO	0	10	2	1	0	0	0
Ponteranica 3	Pon80	2320	DETCO	0	13	2	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon93	2320	DETCO	0	18	2	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon76	2320	DETCO	0	22	2	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon79	2320	DETCO	0	26	1	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon71	2320	DETCO	3	27	1	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon65	2320	DETCO	1	30	2	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon67	2320	DETCO	12	32	2	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon77	2320	DETCO	0	35	2	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon96	2320	DETCO	7	40	1	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon78	2320	DETCO	23	42	1	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon86	2320	DETCO	1	52	2	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon82	2320	DETCO	42	57	2	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon84	2320	DETCO	2	89	1	0	0	0	1
Ponteranica 3	Pon83(a)	2320	RIP	1	7	0	1	0	0	0
Ponteranica 3	Pon69	2320	RIP	4	10	1	1	0	0	0
Ponteranica 3	Pon104	2320	RIP	4	10	1	1	0	0	0
Ponteranica 3	Pon100	2320	RIP	3	13	0	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon83(b)	2320	RIP	0	14	0	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon64	2320	RIP	4	15	0	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon105	2320	RIP	1	15	1	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon101	2320	RIP	3	17	0	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon108	2320	RIP	4	17	1	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon107	2320	RIP	4	18	2	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon97	2320	RIP	4	19	0	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon94	2320	RIP	1	20	1	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon103	2320	RIP	3	21	1	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon70	2320	RIP	1	23	1	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon89	2320	RIP	5	24	2	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon95	2320	RIP	6	26	1	0	1	0	0
Ponteranica 3	Pon90	2320	RIP	1	31	1	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon66	2320	RIP	7	32	0	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon73	2320	RIP	2	32	2	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon81	2320	RIP	10	34	0	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon75	2320	RIP	7	37	2	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon98	2320	RIP	13	37	1	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon91	2320	RIP	0	39	1	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon88	2320	RIP	1	43	0	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon87	2320	RIP	1	51	2	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon99	2320	RIP	25	52	0	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon68	2320	RIP	4	54	1	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon92	2320	RIP	2	61	0	0	0	1	0
Ponteranica 3	Pon72	2320	RIP	0	77	0	0	0	0	1
Ponteranica 3	Pon85	2320	RIP	11	101	1	0	0	0	1
Ponteranica 3	Pon74	2320	RIP	9	126	1	0	0	0	1
Ponteranica 4	Pon119	2330	DETCO	42	47	2	0	0	1	0
Ponteranica 4	Pon120	2330	DETCO	0	51	1	0	0	1	0
Ponteranica 4	Pon118	2330	DETCO	9	65	1	0	0	1	0
Ponteranica 4	Pon121	2330	DETCO	7	98	2	0	0	0	1
Ponteranica 4	Pon112	2330	RIP	4	18	0	0	1	0	0
Ponteranica 4	Pon110	2330	RIP	2	20	0	0	1	0	0
Ponteranica 4	Pon109	2330	RIP	11	21	2	0	1	0	0
Ponteranica 4	Pon114(b)	2330	RIP	3	22	0	0	1	0	0
Ponteranica 4	Pon113	2330	RIP	14	26	0	0	1	0	0
Ponteranica 4	Pon114(a)	2330	RIP	15	43	0	0	0	1	0
Ponteranica 4	Pon111	2330	RIP	14	51	0	0	0	1	0
Ponteranica 4	Pon115	2330	RIP	32	54	0	0	0	1	0
Ponteranica 4	Pon116	2330	RIP	28	86	0	0	0	0	1
Ponteranica 4	Pon117	2330	RIP	7	93	0	0	0	0	1
Ponteranica 5	Pon124	2340	DETCO	0	12	0	0	1	0	0
Ponteranica 5	Pon122	2340	DETCO	7	19	0	0	1	0	0
Ponteranica 5	Pon131(b)	2340	DETCO	1	23	1	0	1	0	0
Ponteranica 5	Pon131(a)	2340	DETCO	0	25	1	0	1	0	0
Ponteranica 5	Pon126	2340	DETCO	0	30	2	0	1	0	0
Ponteranica 5	Pon132	2340	DETCO	3	39	0	0	0	1	0
Ponteranica 5	Pon127	2340	DETCO	5	44	2	0	0	1	0
Ponteranica 5	Pon129	2340	DETCO	37	65	2	0	0	1	0
Ponteranica 5	Pon125	2340	DETCO	8	67	0	0	0	1	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Ponteranica 5	Pon128	2340	DETCO	20	91	2	0	0	0	1
Ponteranica 5	Pon130	2340	DETCO	35	135	0	0	0	0	1
Ponteranica 5	Pon134	2340	RIP	26	42	1	0	0	1	0
Ponteranica 5	Pon123	2340	RIP	16	68	2	0	0	1	0
Ponteranica 5	Pon133	2340	RIP	13	84	0	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot1	2448	DETCO	5	7	2	1	0	0	0
Rotondo 1	Rot3	2448	DETCO	5	12	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot47	2448	DETCO	0	12	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot45	2448	DETCO	0	14	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot13	2448	DETCO	0	17	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot9	2448	DETCO	1	20	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot21	2448	DETCO	26	20	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot27	2448	DETCO	5	20	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot31	2448	DETCO	9	21	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot33	2448	DETCO	9	21	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot38	2448	DETCO	11	21	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot44	2448	DETCO	0	21	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot16	2448	DETCO	0	22	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot48	2448	DETCO	0	22	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot29	2448	DETCO	13	23	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot35	2448	DETCO	23	23	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot25	2448	DETCO	43	25	1	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot5	2448	DETCO	5	26	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot39	2448	DETCO	2	26	2	0	1	0	0
Rotondo 1	Rot14	2448	DETCO	26	31	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot17	2448	DETCO	0	31	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot8	2448	DETCO	5	33	1	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot37	2448	DETCO	13	36	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot24	2448	DETCO	60	39	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot12	2448	DETCO	6	41	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot34	2448	DETCO	6	41	1	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot26	2448	DETCO	40	42	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot36	2448	DETCO	15	43	1	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot11	2448	DETCO	9	46	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot41	2448	DETCO	40	46	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot40	2448	DETCO	21	50	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot32	2448	DETCO	21	53	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot10	2448	DETCO	19	68	1	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot49	2448	DETCO	0	69	2	0	0	1	0
Rotondo 1	Rot2	2448	DETCO	1	70	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot6	2448	DETCO	21	75	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot15	2448	DETCO	42	84	2	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot28	2448	DETCO	23	84	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot19	2448	DETCO	15	88	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot46	2448	DETCO	2	105	2	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot7	2448	DETCO	25	117	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot22	2448	DETCO	109	119	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot20	2448	DETCO	15	124	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot30	2448	DETCO	28	130	2	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot23	2448	DETCO	66	140	2	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot18	2448	DETCO	12	154	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot4	2448	DETCO	33	182	1	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot42	2448	RIP	0	97	0	0	0	0	1
Rotondo 1	Rot43	2448	RIP	1	138	0	0	0	0	1
Rotondo 2	Rot78	2455	DET	0	21	0	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot59	2455	DETCO	0	7	2	1	0	0	0
Rotondo 2	Rot95	2455	DETCO	0	9	2	1	0	0	0
Rotondo 2	Rot52	2455	DETCO	4	10	1	1	0	0	0
Rotondo 2	Rot61	2455	DETCO	1	11	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot74	2455	DETCO	0	11	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot58	2455	DETCO	4	12	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot62	2455	DETCO	2	12	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot68	2455	DETCO	7	12	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot51	2455	DETCO	15	14	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot79	2455	DETCO	0	14	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot91	2455	DETCO	0	15	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot92	2455	DETCO	0	15	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot75	2455	DETCO	0	16	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot67	2455	DETCO	4	17	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot73	2455	DETCO	0	20	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot80	2455	DETCO	0	20	1	0	1	0	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Rotondo 2	Rot82	2455	DETCO	0	20	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot84	2455	DETCO	0	20	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot53	2455	DETCO	1	21	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot89(a)	2455	DETCO	0	21	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot87(a)	2455	DETCO	0	24	2	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot89(b)	2455	DETCO	0	24	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot94(b)	2455	DETCO	0	25	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot56	2455	DETCO	4	26	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot77	2455	DETCO	0	29	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot50	2455	DETCO	21	31	1	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot76(b)	2455	DETCO	1	31	1	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot87(b)	2455	DETCO	0	32	1	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot90	2455	DETCO	0	32	2	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot76(a)	2455	DETCO	0	33	1	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot94(a)	2455	DETCO	0	40	1	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot85	2455	DETCO	7	41	2	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot55	2455	DETCO	16	43	1	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot60	2455	DETCO	15	49	2	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot54	2455	DETCO	22	51	2	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot86	2455	DETCO	0	60	2	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot83	2455	DETCO	0	77	1	0	0	0	1
Rotondo 2	Rot66	2455	DETCO	23	78	1	0	0	0	1
Rotondo 2	Rot57	2455	DETCO	40	82	2	0	0	0	1
Rotondo 2	Rot88	2455	DETCO	5	132	1	0	0	0	1
Rotondo 2	Rot65	2455	RIP	14	16	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot72	2455	RIP	2	16	1	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot63	2455	RIP	3	17	0	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot69	2455	RIP	2	22	0	0	1	0	0
Rotondo 2	Rot71	2455	RIP	4	37	1	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot93	2455	RIP	19	37	0	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot64	2455	RIP	17	38	0	0	0	1	0
Rotondo 2	Rot70	2455	RIP	3	85	0	0	0	0	1
Rotondo 2	Rot81	2455	RIP	0	152	0	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot99(a)	2490	DET	0	18	0	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot110(a)	2490	DETCO	0	5	1	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot145(d)	2490	DETCO	4	5	1	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot110(b)	2490	DETCO	0	8	1	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot118	2490	DETCO	9	8	2	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot125	2490	DETCO	9	8	1	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot100(a)	2490	DETCO	1	10	1	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot109	2490	DETCO	5	10	1	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot135	2490	DETCO	4	12	2	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot147	2490	DETCO	0	12	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot117	2490	DETCO	7	13	2	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot122	2490	DETCO	0	14	2	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot145(c)	2490	DETCO	21	14	2	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot104	2490	DETCO	0	17	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot127	2490	DETCO	22	17	2	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot100(b)	2490	DETCO	2	18	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot128(b)	2490	DETCO	0	18	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot145(a)	2490	DETCO	4	18	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot99(b)	2490	DETCO	3	19	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot145(b)	2490	DETCO	8	21	0	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot114	2490	DETCO	11	23	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot134	2490	DETCO	14	23	2	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot111	2490	DETCO	3	25	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot112	2490	DETCO	4	27	0	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot113	2490	DETCO	5	27	1	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot120	2490	DETCO	18	28	2	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot102	2490	DETCO	0	31	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot103(b)	2490	DETCO	7	32	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot130	2490	DETCO	8	35	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot143	2490	DETCO	7	35	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot148	2490	DETCO	39	35	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot121	2490	DETCO	36	37	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot132	2490	DETCO	0	40	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot105	2490	DETCO	18	43	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot149	2490	DETCO	3	43	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot124	2490	DETCO	28	46	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot140(b)	2490	DETCO	0	46	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot115	2490	DETCO	73	48	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot133	2490	DETCO	6	50	2	0	0	1	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Rotondo 3	Rot101	2490	DETCON	9	51	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot131	2490	DETCON	19	51	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot97	2490	DETCON	4	52	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot146	2490	DETCON	10	53	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot138	2490	DETCON	0	57	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot116	2490	DETCON	66	58	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot137	2490	DETCON	9	61	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot98	2490	DETCON	12	65	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot151	2490	DETCON	40	67	2	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot144	2490	DETCON	10	75	1	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot152	2490	DETCON	0	91	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot139	2490	DETCON	8	92	1	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot136	2490	DETCON	5	94	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot141	2490	DETCON	2	102	1	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot106	2490	DETCON	45	118	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot108	2490	DETCON	60	121	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot126	2490	DETCON	70	125	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot123	2490	DETCON	62	137	1	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot103(a)	2490	DETCON	37	140	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot107	2490	DETCON	36	142	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot140(a)	2490	DETCON	0	170	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot150	2490	DETCON	25	245	2	0	0	0	1
Rotondo 3	Rot128(a)	2490	RIP	0	6	1	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot119	2490	RIP	11	9	0	1	0	0	0
Rotondo 3	Rot140(c)	2490	RIP	0	14	0	0	1	0	0
Rotondo 3	Rot140(d)	2490	RIP	0	45	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot129	2490	RIP	6	53	0	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot96	2490	RIP	19	62	1	0	0	1	0
Rotondo 3	Rot142	2490	RIP	0	81	1	0	0	0	1
San Jorio 1	Jor8	2048	DET	0	14	1	0	1	0	0
San Jorio 1	Jor4	2048	RIP	1	27	2	0	1	0	0
San Jorio 1	Jor7	2048	RIP	2	31	2	0	0	1	0
San Jorio 1	Jor5	2048	RIP	2	48	2	0	0	1	0
San Jorio 1	Jor2	2048	RIP	1	51	2	0	0	1	0
San Jorio 1	Jor3	2048	RIP	11	124	2	0	0	0	1
San Jorio 1	Jor1	2048	RIP	2	126	0	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor30(a)	2098	DET	0	5	0	1	0	0	0
San Jorio 2	Jor14	2098	DET	0	17	1	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor30(b)	2098	DET	0	18	1	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor45	2098	DET	2	20	0	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor41(a)	2098	DETCON	0	7	0	1	0	0	0
San Jorio 2	Jor15	2098	DETCON	0	10	2	1	0	0	0
San Jorio 2	Jor41(b)	2098	DETCON	0	12	1	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor16	2098	DETCON	0	14	2	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor28	2098	DETCON	0	24	2	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor26	2098	DETCON	2	46	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor11	2098	RIP	0	8	0	1	0	0	0
San Jorio 2	Jor13	2098	RIP	0	10	2	1	0	0	0
San Jorio 2	Jor31	2098	RIP	0	15	2	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor54	2098	RIP	0	17	0	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor55	2098	RIP	0	18	0	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor38	2098	RIP	0	21	2	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor46	2098	RIP	0	21	0	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor39	2098	RIP	0	22	2	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor58	2098	RIP	1	22	2	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor47	2098	RIP	0	24	0	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor57(a)	2098	RIP	0	24	0	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor53	2098	RIP	0	25	1	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor43(b)	2098	RIP	1	26	0	0	1	0	0
San Jorio 2	Jor56	2098	RIP	0	32	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor61	2098	RIP	0	32	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor52	2098	RIP	0	33	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor59	2098	RIP	1	35	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor27	2098	RIP	0	36	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor18	2098	RIP	10	37	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor62	2098	RIP	1	37	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor10	2098	RIP	0	38	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor20	2098	RIP	0	38	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor60	2098	RIP	0	38	1	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor29	2098	RIP	0	39	2	0	0	1	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
San Jorio 2	Jor36	2098	RIP	5	39	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor48	2098	RIP	3	41	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor49	2098	RIP	1	43	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor51	2098	RIP	25	43	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor19	2098	RIP	4	44	1	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor9	2098	RIP	0	45	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor22	2098	RIP	0	45	1	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor42	2098	RIP	0	45	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor50	2098	RIP	4	45	1	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor37	2098	RIP	2	47	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor21	2098	RIP	2	53	2	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor43(a)	2098	RIP	0	57	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor57(b)	2098	RIP	0	66	0	0	0	1	0
San Jorio 2	Jor24	2098	RIP	5	73	2	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor35	2098	RIP	0	73	1	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor40	2098	RIP	19	76	2	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor44	2098	RIP	0	78	1	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor34	2098	RIP	0	89	1	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor12	2098	RIP	0	91	2	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor17	2098	RIP	3	92	1	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor32	2098	RIP	0	109	0	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor23	2098	RIP	1	133	1	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor25	2098	RIP	15	140	0	0	0	0	1
San Jorio 2	Jor33	2098	RIP	0	158	0	0	0	0	1
San Jorio 3	Jor73	2147	DETCON	0	4	2	1	0	0	0
San Jorio 3	Jor72	2147	RIP	2	9	2	1	0	0	0
San Jorio 3	Jor69	2147	RIP	0	16	1	0	1	0	0
San Jorio 3	Jor66	2147	RIP	0	17	1	0	1	0	0
San Jorio 3	Jor65	2147	RIP	0	19	2	0	1	0	0
San Jorio 3	Jor70	2147	RIP	5	20	2	0	1	0	0
San Jorio 3	Jor71	2147	RIP	1	31	2	0	0	1	0
San Jorio 3	Jor68	2147	RIP	0	33	0	0	0	1	0
San Jorio 3	Jor67	2147	RIP	2	48	2	0	0	1	0
San Jorio 3	Jor64	2147	RIP	2	51	2	0	0	1	0
San Jorio 3	Jor63	2147	RIP	5	102	1	0	0	0	1
San Jorio 4	Jor86	2198	DET	1	6	1	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor82	2198	DET	0	13	1	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor90	2198	DET	1	16	1	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor85	2198	DETCON	0	2	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor93(a)	2198	DETCON	3	2	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor77	2198	DETCON	1	3	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor96	2198	DETCON	1	3	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor119	2198	DETCON	0	3	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor76	2198	DETCON	0	4	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor78(b)	2198	DETCON	0	4	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor93(b)	2198	DETCON	1	4	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor100(b)	2198	DETCON	0	4	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor104	2198	DETCON	3	4	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor80(b)	2198	DETCON	0	5	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor94	2198	DETCON	1	5	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor83(b)	2198	DETCON	6	6	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor102(a)	2198	DETCON	3	6	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor103(a)	2198	DETCON	2	6	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor78(a)	2198	DETCON	8	7	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor83(a)	2198	DETCON	3	7	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor95	2198	DETCON	2	8	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor103(b)	2198	DETCON	3	8	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor106	2198	DETCON	2	8	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor75	2198	DETCON	0	9	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor89	2198	DETCON	4	9	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor97	2198	DETCON	14	9	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor100(a)	2198	DETCON	3	9	1	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor139	2198	DETCON	0	9	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor144	2198	DETCON	3	10	2	1	0	0	0
San Jorio 4	Jor81(b)	2198	DETCON	1	11	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor116	2198	DETCON	0	11	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor131	2198	DETCON	2	11	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor133	2198	DETCON	3	11	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor134	2198	DETCON	2	11	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor80(a)	2198	DETCON	2	13	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor92	2198	DETCON	3	14	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor99	2198	DETCON	6	14	2	0	1	0	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL. 3	CL. 4
San Jorio 4	Jor128	2198	DETCO	1	14	1	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor137	2198	DETCO	7	14	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor143	2198	DETCO	4	14	1	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor81(a)	2198	DETCO	1	15	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor115	2198	DETCO	0	15	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor129	2198	DETCO	0	15	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor100(c)	2198	DETCO	4	16	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor105	2198	DETCO	9	16	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor153	2198	DETCO	1	17	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor117	2198	DETCO	4	18	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor84(b)	2198	DETCO	1	19	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor88(b)	2198	DETCO	9	19	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor127	2198	DETCO	0	20	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor154	2198	DETCO	0	20	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor101	2198	DETCO	0	21	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor148	2198	DETCO	1	21	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor87	2198	DETCO	3	22	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor140	2198	DETCO	0	22	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor91	2198	DETCO	8	23	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor135	2198	DETCO	15	23	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor102(b)	2198	DETCO	1	25	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor111	2198	DETCO	0	25	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor98	2198	DETCO	20	27	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor88(a)	2198	DETCO	6	28	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor124	2198	DETCO	14	28	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor132	2198	DETCO	23	28	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor149	2198	DETCO	1	28	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor122	2198	DETCO	4	29	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor146	2198	DETCO	5	29	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor152	2198	DETCO	7	30	2	0	1	0	0
San Jorio 4	Jor79	2198	DETCO	3	32	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor74	2198	DETCO	4	33	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor125	2198	DETCO	4	39	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor150	2198	DETCO	1	39	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor107	2198	DETCO	3	43	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor123	2198	DETCO	27	46	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor114	2198	DETCO	2	48	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor120	2198	DETCO	5	48	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor130	2198	DETCO	12	49	1	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor84(a)	2198	DETCO	6	54	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor113	2198	DETCO	8	56	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor121	2198	DETCO	8	56	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor110	2198	DETCO	0	58	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor112	2198	DETCO	0	58	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor136	2198	DETCO	25	62	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor100(b)	2198	DETCO	2	64	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor138	2198	DETCO	1	64	1	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor151	2198	DETCO	2	66	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor141	2198	DETCO	16	67	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor142	2198	DETCO	11	78	2	0	0	0	1
San Jorio 4	Jor147	2198	DETCO	7	84	2	0	0	0	1
San Jorio 4	Jor126	2198	DETCO	12	87	2	0	0	0	1
San Jorio 4	Jor145	2198	DETCO	8	92	1	0	0	0	1
San Jorio 4	Jor109	2198	DETCO	7	102	2	0	0	0	1
San Jorio 4	Jor118	2198	RIP	23	37	2	0	0	1	0
San Jorio 4	Jor108	2198	RIP	10	45	2	0	0	1	0
San Jorio 5	Jor164(a)	2228	DETCO	0	5	2	1	0	0	0
San Jorio 5	Jor171	2228	DETCO	0	5	2	1	0	0	0
San Jorio 5	Jor157(b)	2228	DETCO	0	9	2	1	0	0	0
San Jorio 5	Jor156	2228	DETCO	0	19	2	0	1	0	0
San Jorio 5	Jor168	2228	DETCO	0	20	2	0	1	0	0
San Jorio 5	Jor164(b)	2228	DETCO	0	21	2	0	1	0	0
San Jorio 5	Jor173	2228	DETCO	0	24	2	0	1	0	0
San Jorio 5	Jor163	2228	DETCO	0	35	2	0	0	1	0
San Jorio 5	Jor158	2228	DETCO	5	38	2	0	0	1	0
San Jorio 5	Jor166(a)	2228	DETCO	0	41	2	0	0	1	0
San Jorio 5	Jor166(b)	2228	DETCO	1	43	2	0	0	1	0
San Jorio 5	Jor162	2228	DETCO	0	49	2	0	0	1	0
San Jorio 5	Jor169	2228	DETCO	2	49	2	0	0	1	0
San Jorio 5	Jor167	2228	DETCO	0	53	2	0	0	1	0
San Jorio 5	Jor174	2228	DETCO	1	73	2	0	0	0	1
San Jorio 5	Jor170	2228	DETCO	0	75	2	0	0	0	1

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
San Jorio 5	Jor157(a)	2228	DETCO	7	76	2	0	0	0	1
San Jorio 5	Jor165	2228	DETCO	2	77	2	0	0	0	1
San Jorio 5	Jor172	2228	DETCO	2	81	2	0	0	0	1
San Jorio 5	Jor155	2228	DETCO	4	82	2	0	0	0	1
San Jorio 5	Jor159	2228	DETCO	8	82	2	0	0	0	1
San Jorio 5	Jor161	2228	DETCO	6	93	2	0	0	0	1
San Jorio 5	Jor160	2228	RIP	0	5	1	1	0	0	0
Sasso canale 1	SC_3	2000	DETCO	0	7	2	1	0	0	0
Sasso canale 1	SC_9	2000	DETCO	0	13	2	0	1	0	0
Sasso canale 1	SC_7	2000	DETCO	4	18	2	0	1	0	0
Sasso canale 1	SC_6	2000	DETCO	0	26	2	0	1	0	0
Sasso canale 1	SC_5	2000	DETCO	0	51	2	0	0	1	0
Sasso canale 1	SC_10	2000	DETCO	0	65	2	0	0	1	0
Sasso canale 1	SC_2	2000	DETCO	0	66	2	0	0	1	0
Sasso canale 1	SC_8	2000	DETCO	0	94	1	0	0	0	1
Sasso canale 1	SC_4	2000	DETCO	1	130	1	0	0	0	1
Sasso canale 1	SC_1	2000	DETCO	0	164	1	0	0	0	1
Sasso canale 2	SC_14	2030	DETCO	6	27	1	0	1	0	0
Sasso canale 2	SC_13	2030	DETCO	2	46	1	0	0	1	0
Sasso canale 2	SC_12	2030	DETCO	0	52	1	0	0	1	0
Sasso canale 2	SC_11	2030	DETCO	0	295	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_91(b)	2365	DETCO	0	3	0	1	0	0	0
Sasso canale 3	SC_71	2365	DETCO	3	4	2	1	0	0	0
Sasso canale 3	SC_74(b)	2365	DETCO	0	4	2	1	0	0	0
Sasso canale 3	SC_87(b)	2365	DETCO	0	4	0	1	0	0	0
Sasso canale 3	SC_93	2365	DETCO	0	5	0	1	0	0	0
Sasso canale 3	SC_74(a)	2365	DETCO	0	8	2	1	0	0	0
Sasso canale 3	SC_28(b)	2365	DETCO	0	9	2	1	0	0	0
Sasso canale 3	SC_45(a)	2365	DETCO	0	11	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_89	2365	DETCO	0	11	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_23	2365	DETCO	0	12	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_92	2365	DETCO	0	12	0	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_27	2365	DETCO	0	13	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_45(b)	2365	DETCO	0	13	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_46(b)	2365	DETCO	0	13	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_99	2365	DETCO	2	13	0	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_50	2365	DETCO	0	14	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_104	2365	DETCO	1	15	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_51(b)	2365	DETCO	0	16	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_16	2365	DETCO	5	17	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_31	2365	DETCO	0	18	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_49	2365	DETCO	0	18	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_55	2365	DETCO	0	19	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_60	2365	DETCO	0	19	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_73	2365	DETCO	0	22	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_57	2365	DETCO	1	23	0	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_85	2365	DETCO	0	23	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_34	2365	DETCO	0	25	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_30	2365	DETCO	0	26	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_46(a)	2365	DETCO	0	26	2	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_91(a)	2365	DETCO	0	27	0	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_72	2365	DETCO	1	28	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_84	2365	DETCO	0	28	1	0	1	0	0
Sasso canale 3	SC_54	2365	DETCO	1	31	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_96	2365	DETCO	8	31	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_20	2365	DETCO	0	32	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_45(d)	2365	DETCO	0	32	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_56	2365	DETCO	0	32	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_28(a)	2365	DETCO	0	34	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_59	2365	DETCO	18	34	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_90	2365	DETCO	0	35	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_53	2365	DETCO	3	36	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_25	2365	DETCO	4	38	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_62	2365	DETCO	0	39	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_68	2365	DETCO	8	41	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_32	2365	DETCO	0	43	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_102	2365	DETCO	0	43	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_15	2365	DETCO	1	45	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_77	2365	DETCO	0	45	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_87(a)	2365	DETCO	0	46	0	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_65	2365	DETCO	0	48	2	0	0	1	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Sasso canale 3	SC_76	2365	DETCO	0	48	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_44	2365	DETCO	0	51	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_70	2365	DETCO	4	54	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_19	2365	DETCO	8	57	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_58	2365	DETCO	4	57	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_66	2365	DETCO	0	58	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_78	2365	DETCO	0	61	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_82	2365	DETCO	0	61	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_94	2365	DETCO	2	65	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_63	2365	DETCO	2	66	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_69	2365	DETCO	3	66	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_86	2365	DETCO	5	67	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_95	2365	DETCO	0	68	2	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_35	2365	DETCO	3	69	0	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_21	2365	DETCO	2	71	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_43	2365	DETCO	0	71	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_98	2365	DETCO	0	71	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_52	2365	DETCO	0	73	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_88	2365	DETCO	0	73	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_22	2365	DETCO	0	74	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_41	2365	DETCO	0	78	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_38	2365	DETCO	0	82	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_79	2365	DETCO	0	82	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_18	2365	DETCO	0	83	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_36	2365	DETCO	0	93	0	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_61	2365	DETCO	1	93	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_40	2365	DETCO	1	94	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_51(a)	2365	DETCO	0	96	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_81	2365	DETCO	0	97	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_83	2365	DETCO	0	98	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_75	2365	DETCO	0	103	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_48	2365	DETCO	6	106	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_39	2365	DETCO	3	113	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_29	2365	DETCO	0	121	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_47	2365	DETCO	0	121	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_103	2365	DETCO	0	122	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_17	2365	DETCO	9	132	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_45(c)	2365	DETCO	0	132	0	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_97	2365	DETCO	0	132	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_100	2365	DETCO	0	134	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_101	2365	DETCO	8	146	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_37	2365	DETCO	9	151	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_80	2365	DETCO	3	151	1	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_33	2365	DETCO	0	182	2	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_42	2365	DETCO	0	210	0	0	0	0	1
Sasso canale 3	SC_26	2365	RIP	0	31	1	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_24	2365	RIP	6	52	0	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_67	2365	RIP	0	55	0	0	0	1	0
Sasso canale 3	SC_64	2365	RIP	11	60	0	0	0	1	0
Sasso canale 4	SC_124	2120	DETCO	6	71	1	0	0	0	1
Sasso canale 4	SC_123	2120	DETCO	0	82	0	0	0	0	1
Sasso canale 4	SC_122	2120	DETCO	1	84	1	0	0	0	1
Sasso canale 4	SC_125	2120	DETCO	1	91	1	0	0	0	1
Tre Signori 1	3S_48(a)	2065	DETCO	0	2	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_54	2065	DETCO	0	2	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_75(a)	2065	DETCO	0	2	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_75(b)	2065	DETCO	0	2	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_74	2065	DETCO	0	3	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_21(a)	2065	DETCO	0	4	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_24	2065	DETCO	0	4	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_48(b)	2065	DETCO	0	4	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_50	2065	DETCO	0	4	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_69	2065	DETCO	0	4	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_3(a)	2065	DETCO	0	5	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_21(b)	2065	DETCO	0	5	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_28(b)	2065	DETCO	0	5	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_30(a)	2065	DETCO	0	5	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_39(c)	2065	DETCO	0	5	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_49	2065	DETCO	0	5	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_61	2065	DETCO	0	5	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_75(c)	2065	DETCO	0	5	1	1	0	0	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL. 3	CL. 4
Tre Signori 1	3S_16	2065	DETCON	0	6	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_28(c)	2065	DETCON	0	6	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_58(c)	2065	DETCON	0	6	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_60	2065	DETCON	0	6	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_20(b)	2065	DETCON	0	7	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_39(b)	2065	DETCON	0	7	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_46	2065	DETCON	0	7	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_58(a)	2065	DETCON	0	7	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_80	2065	DETCON	0	7	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_23(b)	2065	DETCON	0	8	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_29(b)	2065	DETCON	0	8	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_55	2065	DETCON	0	8	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_58(b)	2065	DETCON	0	8	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_62	2065	DETCON	0	8	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_79	2065	DETCON	0	8	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_58(d)	2065	DETCON	0	9	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_4	2065	DETCON	0	10	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_14	2065	DETCON	0	10	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_19	2065	DETCON	0	10	0	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_30(b)	2065	DETCON	0	10	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_33	2065	DETCON	0	10	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_67	2065	DETCON	0	10	2	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_71(b)	2065	DETCON	0	10	1	1	0	0	0
Tre Signori 1	3S_7	2065	DETCON	0	11	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_15	2065	DETCON	0	11	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_26	2065	DETCON	0	12	0	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_63	2065	DETCON	0	12	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_71(a)	2065	DETCON	0	12	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_57	2065	DETCON	0	13	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_3(b)	2065	DETCON	0	14	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_20(a)	2065	DETCON	0	14	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_29(a)	2065	DETCON	0	14	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S-31	2065	DETCON	0	14	0	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_34	2065	DETCON	0	14	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_66	2065	DETCON	0	14	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_1	2065	DETCON	0	15	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_45	2065	DETCON	0	15	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_5	2065	DETCON	3	16	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_8	2065	DETCON	0	16	0	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_28(a)	2065	DETCON	0	16	0	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_41	2065	DETCON	1	16	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_70	2065	DETCON	0	17	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_18	2065	DETCON	0	18	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_25	2065	DETCON	0	18	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_38	2065	DETCON	0	19	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_51	2065	DETCON	0	19	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_9	2065	DETCON	0	20	0	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_2	2065	DETCON	0	21	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_22	2065	DETCON	0	21	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_52	2065	DETCON	0	21	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_59	2065	DETCON	0	21	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_76	2065	DETCON	0	21	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_78	2065	DETCON	0	22	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_36	2065	DETCON	0	23	0	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_23(a)	2065	DETCON	0	26	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_42	2065	DETCON	0	26	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_0	2065	DETCON	0	27	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_44	2065	DETCON	0	27	2	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_77	2065	DETCON	0	28	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_40	2065	DETCON	0	29	1	0	1	0	0
Tre Signori 1	3S_17	2065	DETCON	0	31	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_39(a)	2065	DETCON	0	32	0	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_68	2065	DETCON	0	32	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_13	2065	DETCON	0	33	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_53	2065	DETCON	0	33	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_43	2065	DETCON	0	34	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_32	2065	DETCON	0	35	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_6	2065	DETCON	0	37	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_47	2065	DETCON	0	37	0	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_48(c)	2065	DETCON	0	37	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_72	2065	DETCON	0	37	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_37	2065	DETCON	0	41	1	0	0	1	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Tre Signori 1	3S_64	2065	DETCON	0	41	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_10	2065	DETCON	0	42	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_65	2065	DETCON	0	42	1	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_12	2065	DETCON	0	44	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_27	2065	DETCON	0	46	1	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_56	2065	DETCON	0	47	1	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_11	2065	DETCON	0	50	0	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_73	2065	DETCON	0	60	2	0	0	1	0
Tre Signori 1	3S_35	2065	DETCON	9	429	2	0	0	0	1
Tre signori 2	3S_207(b)	2132	DET	0	5	0	1	0	0	0
Tre signori 2	3S_207(a)	2132	DET	0	9	1	1	0	0	0
Tre signori 2	3S_212	2132	DET	0	11	1	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_208(b)	2132	DET	4	15	0	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_205(b)	2132	DET	0	20	2	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_206	2132	DET	0	20	1	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_196	2132	DET	9	25	0	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_205(a)	2132	DET	4	25	1	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_208(a)	2132	DET	8	28	0	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_203	2132	DET	6	31	1	0	0	1	0
Tre signori 2	3S_215	2132	DET	1	47	1	0	0	1	0
Tre signori 2	3S_204	2132	DET	12	62	1	0	0	1	0
Tre signori 2	3S_209	2132	DET	13	154	2	0	0	0	1
Tre signori 2	3S_198	2132	DETCON	0	2	2	1	0	0	0
Tre signori 2	3S_197	2132	DETCON	0	4	2	1	0	0	0
Tre signori 2	3S_195	2132	DETCON	0	8	2	1	0	0	0
Tre signori 2	3S_201	2132	DETCON	0	15	1	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_200	2132	DETCON	0	20	2	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_217	2132	DETCON	0	43	2	0	0	1	0
Tre signori 2	3S_202	2132	DETCON	25	54	1	0	0	1	0
Tre signori 2	3S_216	2132	DETCON	1	74	2	0	0	0	1
Tre signori 2	3S_214(a)	2132	RIP	4	8	2	1	0	0	0
Tre signori 2	3S_214(b)	2132	RIP	0	8	0	1	0	0	0
Tre signori 2	3S_199	2132	RIP	0	11	0	0	1	0	0
Tre signori 2	3S_213	2132	RIP	19	31	0	0	0	1	0
Tre signori 2	3S_211	2132	RIP	13	40	0	0	0	1	0
Tre signori 2	3S_210	2132	RIP	11	99	2	0	0	0	1
Tre signori 3	3S_226(c)	2194	DET	0	7	0	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_243	2194	DET	0	13	0	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_244(b)	2194	DET	0	20	0	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_227	2194	DET	0	26	0	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_226(a)	2194	DET	0	29	2	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_226(b)	2194	DET	0	54	0	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_244(a)	2194	DET	0	73	0	0	0	0	1
Tre signori 3	3S_218(c)	2194	DETCON	0	5	1	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_248	2194	DETCON	0	8	2	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_219	2194	DETCON	0	9	2	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_221	2194	DETCON	0	9	0	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_234(a)	2194	DETCON	0	9	2	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_245	2194	DETCON	0	9	2	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_234(b)	2194	DETCON	0	10	2	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_239	2194	DETCON	0	10	2	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_255	2194	DETCON	4	10	1	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_235	2194	DETCON	0	12	0	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_242	2194	DETCON	0	12	2	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_240(b)	2194	DETCON	0	13	2	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_229	2194	DETCON	0	14	0	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_240(a)	2194	DETCON	0	14	2	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_218(a)	2194	DETCON	0	15	1	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_218(b)	2194	DETCON	0	16	1	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_249	2194	DETCON	0	17	1	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_258	2194	DETCON	0	20	2	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_247(a)	2194	DETCON	0	21	1	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_238	2194	DETCON	1	23	0	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_233	2194	DETCON	0	25	2	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_263	2194	DETCON	1	28	2	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_228	2194	DETCON	0	30	0	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_260	2194	DETCON	0	30	1	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_246	2194	DETCON	0	31	2	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_241	2194	DETCON	0	32	2	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_250	2194	DETCON	0	33	1	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_220	2194	DETCON	0	34	2	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_247(b)	2194	DETCON	0	34	1	0	0	1	0

Popolazione	Pulvino	quota	substrato	n° frutti	rosette	inerbimento	CL. 1	CL. 2	CL.3	CL. 4
Tre signori 3	3S_253	2194	DETCO	0	35	1	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_223	2194	DETCO	0	37	1	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_261	2194	DETCO	0	37	2	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_262	2194	DETCO	3	40	1	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_236	2194	DETCO	0	41	1	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_231	2194	DETCO	0	49	2	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_232	2194	DETCO	0	55	2	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_251	2194	DETCO	1	58	1	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_256	2194	DETCO	0	69	1	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_237	2194	DETCO	0	82	2	0	0	0	1
Tre signori 3	3S_259	2194	DETCO	12	116	1	0	0	0	1
Tre signori 3	3S_224	2194	DETCO	0	126	2	0	0	0	1
Tre signori 3	3S_230	2194	DETCO	0	153	2	0	0	0	1
Tre signori 3	3S_254(a)	2194	RIP	0	4	0	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_254(c)	2194	RIP	0	5	0	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_254(b)	2194	RIP	0	6	0	1	0	0	0
Tre signori 3	3S_222	2194	RIP	0	22	0	0	1	0	0
Tre signori 3	3S_257	2194	RIP	0	56	0	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_252	2194	RIP	5	63	1	0	0	1	0
Tre signori 3	3S_225	2194	RIP	0	111	0	0	0	0	1
Tre signori 4	3S_286	2200	DET	0	26	0	0	1	0	0
Tre signori 4	3S_278	2200	DET	6	40	1	0	0	1	0