

FILIPPO PROSSER

LE «BUCHE DEL VENTO» DI CORNACALDA
(ROVERETO, TRENTINO MERIDIONALE):
ASPETTI FLORISTICI ED ECOLOGICI

Abstract - FILIPPO PROSSER - The «Wind Holes» of Cornacalda (Rovereto, Southern Trentino): floristic and ecological aspects.

This paper describes the dealpine Flora of the «Wind Holes» of Cornacalda (Rovereto, Southern Trentino, Italy, 450-750 m above sea level). Some species of *Tracheophyta* and *Bryophyta* reach here an unusually low altitude. By means of the ecological index of ELLENBERG *et alii* (1991), the cold microclimate of a little valley is analysed.

Key words: Rovereto, Cornacalda, «Wind Holes», Dealpine Flora.

Riassunto - FILIPPO PROSSER - Le «buche del vento» di Cornacalda (Rovereto, Trentino Meridionale): aspetti floristici ed ecologici.

Viene descritta la flora dealpina delle buche del vento di Cornacalda (Rovereto, Trentino Meridionale, 450-750 m s.l.m.). Alcune specie di *Tracheophyta* e di *Bryophyta* raggiungono qui limiti altitudinali insolitamente bassi. Una valletta caratterizzata da questo microclima freddo viene indagata per mezzo degli indici ecologici di ELLENBERG *et alii* (1991).

Parole chiave: Rovereto, Cornacalda, «Buche del vento», Flora dealpina.

INTRODUZIONE

La località Cornacalda si trova circa 3 Km a sud di Rovereto (Trentino meridionale) sul versante sinistro della Val d'Adige, ad est dell'abitato di Lizzana (fig. 1). La zona considerata, esposta a ovest e a nord-ovest, interessa le pendici occidentali della dorsale Cengialto-Zugna, tra 450 m s.l.m. (loc. Cornacalda vera

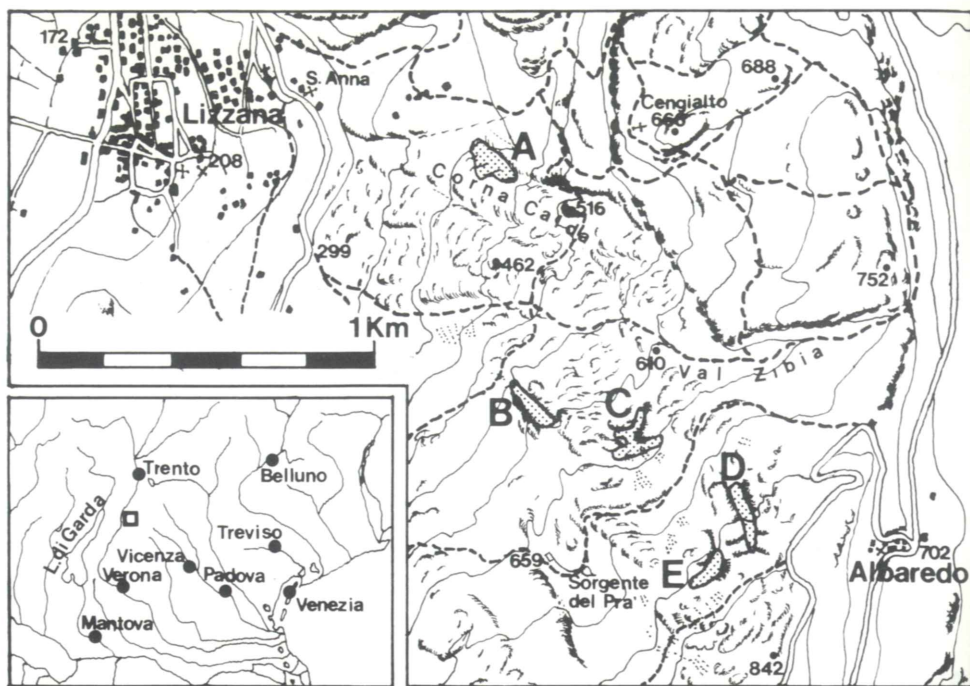


Fig. 1 - Localizzazione della frana di Cornacalda. Le cinque aree punteggiate (contrassegnate dalle lettere A, B, C, D ed E) corrispondono alle zone in cui i microclimi freddi sono più marcati.

e propria) e 750 m s.l.m., in direzione di quota 842. Il substrato geologico è di natura esclusivamente calcarea (Calcarei Grigi di Noriglio, Giurassico inferiore). La peculiarità geomorfologica del territorio consiste nella presenza di estese frane postglaciali, che occupano in realtà una zona ben maggiore di quella qui considerata, giungendo infatti ad interessare anche un tratto del fondovalle (Lavini di Marco). Riguardo l'origine di queste frane sono state formulate numerose ipotesi; attualmente sembra prevalere la teoria secondo cui esse si sono formate dopo il Würm (Olocene) in più eventi successivi, per lo più in seguito a movimenti tellurici di notevole intensità, che hanno provocato lo scivolamento di strati calcarei al di sopra di strati calcarei più compatti, inclinati come il pendio. Se nella zona dei Lavini di Marco, circa 2 Km più a sud-ovest, questo scivolamento si è sviluppato su lunghezze notevoli, nella zona in esame (Cornacalda) essi hanno dato origine a movimenti traslativi molto più modesti (OROMBELLI & SAURO, 1988), che talvolta appaiono addirittura come il collasso di strati più resistenti in seguito all'erosione degli strati meno compatti sottostanti.

La vegetazione potenziale è verosimilmente costituita dai boschi di *Fraxinus ornus* e *Ostrya carpinifolia* (Orno-Ostryon), ma ben differente è la vegetazione attuale, in quanto gli alberi (per lo più con portamento arbustivo) sono riusciti solo in parte a colonizzare questo ambiente ostile: anzi, le frane verificatesi in tempi più recenti si presentano ancora quasi del tutto nude.

Durante il rilevamento floristico della zona Cengialto-Cornacalda sono state individuate alcune piante che di regola non scendono al di sotto dell'orizzonte subalpino. Queste piante compaiono sempre in una situazione geomorfologica ben definita, vale a dire sul fondo di conche ed avvallamenti circondati da frane più o meno inclinate (cf. fig. 2). Dalle fessure situate sul fondo di questi avvallamenti si avverte la fuoriuscita di correnti di aria fredda. Il collegamento delle dealpinizzazioni (nel senso di SCHÖNFELDER, 1968) con la presenza di queste correnti di aria fredda è apparso fin dall'inizio evidente. Uno studio bibliografico ha quindi messo in evidenza che si tratta di un fenomeno, detto «buche del vento» o «buche del ghiaccio»⁽¹⁾, che ha attirato l'attenzione dei naturalisti, ed in particolar modo dei botanici, almeno fin dalla seconda metà del 1600.

IL FENOMENO DELLE «BUCHE DEL VENTO»

La fuoriuscita di aria fredda da fessure di rocce è un fenomeno noto alle popolazioni alpine fin da tempi antichi, in quanto in corrispondenza di tali zone venivano spesso costruiti magazzini per la conservazione di derrate alimentari⁽²⁾. Sembra che il primo riferimento in proposito risalgia al 1661. FURRER (1961; 1966), che si è occupato in modo particolare di questo argomento, riporta infatti che in quell'anno JOHANN LEOPOLD CYSAT, cronista di Lucerna, descrivendo lo Vierwaldstättersee (Svizzera) ed i suoi dintorni, menziona la presenza di buche del vento («Windlöcher»), che vengono utilizzate per conservare il latte, al pari, aggiunge CYSAT, delle grotte di Chiavenna (Sondrio), dove viene invece conservato il vino. Solo pochi anni dopo (nel 1671) il naturalista danese Niels Stensen, più noto come STENONE, esegue osservazioni e misure termometriche in corrispondenza di una grotta in Val di Gresta (Trentino meridionale), in cui, oltre all'emissione di aria fredda, si ha anche il fenomeno della formazione di ghiaccio estivo (FERRARI, 1957; CORRÀ & FERRARI, 1973). Nel 1796 DE SAUSSURE (in

⁽¹⁾ In tedesco: Eislöcher, Windlöcher, Eiskeller. Con riferimento alle zone a microclima freddo di Cornacalda si è preferito usare il termine «buche del vento», in quanto in questa località non è stata osservata fino ad ora la formazione di ghiaccio estivo.

⁽²⁾ VAILATI & BIAGI (1990) esaminano in dettaglio la tipologia dei depositi per la conservazione di alimenti (soprattutto latte e suoi derivati), un tempo in uso sull'altopiano delle Cariatoghe (Prealpi Bresciane). Questi depositi sfruttano spesso la presenza di correnti d'aria fredda che scaturiscono dal sottosuolo.



Fig. 2 - Valletta a microclima freddo (cf. zona B in fig. 1).

FURRER, 1966) riesce a spiegare, ma solo in parte, il fenomeno in questione, attribuendo l'abbassamento della temperatura al calore sottratto dall'acqua in seguito all'evaporazione. Il primo a dare la spiegazione esatta di questo fenomeno è stato KELLER (1839). Egli paragona il pendio detritico, alla base del quale solitamente si verifica il fenomeno delle «buche del vento», con una miniera che presenta una galleria orizzontale con un pozzo verticale ad apertura verso l'alto: l'aria penetra attraverso il pozzo, entrando in contatto con le pareti fredde e umide della miniera si raffredda, diventa più densa e tende quindi a scendere. L'aria esce perciò dall'ingresso della miniera, situato a quota inferiore rispetto all'apertura del pozzo, creando una depressione che richiama ulteriore aria attraverso il pozzo stesso. Quanto detto per la miniera vale anche per gli interstizi tra i massi in pendio: l'aria entra nella parte alta della massa detritica e, fluendo tra le fessure umide e fredde tra i sassi, scende raffreddandosi fino a raggiungere il corpo interno della frana, per poi fluire quasi orizzontalmente verso il piede della frana stessa. Il raffreddamento è provocato, oltre che dalla temperatura del corpo di frana, più bassa di quella esterna, anche dal fatto che l'acqua, trasformandosi in vapore, sottrae energia all'ambiente circostante. È stato osservato che in inverno è possibile che il medesimo fenomeno si ripeta in modo perfettamente inverso: l'aria entra dalle fessure alla base della frana ed esce, riscaldata rispetto all'ambiente esterno, dalla parte alta della frana stessa. Uno studio particolarmente dettagliato riguardo le caratteristiche fisiche delle buche del vento (o del ghiaccio) è quello di STEINBACH (1954) per il Westerwald e per l'Eifel in Germania. Altre notizie sono date, tra gli altri, da STREIFF-BECKER (1945) per la Svizzera presso Glarus e da WEISS (1958) per le Geiltaler Alpen (Carinzia). CUMER & LADURNER (1987) forniscono inoltre dati molto dettagliati sull'andamento della temperatura delle buche del ghiaccio di Appiano (Bolzano), sulla base di misurazioni protrattesi per più di quattro anni.

Studi ulteriori hanno messo in evidenza che, in corrispondenza di queste zone, la flora e la vegetazione può assumere caratteri molto particolari rispetto alle aree subito circostanti, non interessate dall'emissione di correnti d'aria fredda. Al riguardo possono essere citati gli studi di FURRER (1961; 1966; 1972), BECHERER (1952), RICHARD (1961) per la Svizzera; per il Giura Svizzero MOOR (1954) descrive un'associazione tipica di boschi radi su pendii con frane ad emissione d'aria fredda e formazione di ghiaccio estivo (*Tofieldio-Piceetum*). Per la Germania è WILMANN (1971) che accenna a buche del ghiaccio con flora subalpina per la zona del Feldberg (Foresta Nera). In Jugoslavia HORVAT *et alii* (1974) segnalano la presenza nel Carso illirico di numerose zone a microclima freddo del tipo delle buche del ghiaccio, tanto che viene descritta sia in Croazia che in Slovenia la presenza di una particolare associazione forestale, denominata *Piceetum croaticum subalpinum* HORVAT 50; questo bosco è caratterizzato, al pari di quello descritto da MOOR (l.c.), oltre che da uno strato muscinale particolarmente

sviluppati, soprattutto dalla presenza di abeti rossi a portamento nano, alti, ad un secolo d'età, solo un paio di metri (*Kümmerrfichten*, *Krüppelfichten*) (cf. anche FURRER, 1966). In Italia va ricordato l'esauriente scritto di FENAROLI (1962) per la Val Cavallina (Prealpi bergamasche), oltre a quelli riguardanti il Trentino-Alto Adige. In questa regione il primo botanico ad essersi occupato diffusamente dell'influenza delle buche del vento (o del ghiaccio) sulla flora e vegetazione è stato Pfaff, che ha descritto molto dettagliatamente la flora delle buche del ghiaccio di Appiano (Bolzano) (PFAFF, 1933a) e di Lasés (Trento) (PFAFF, 1933b). Delle buche del ghiaccio di Appiano si è occupato in seguito anche MORTON (1958; 1959). Ulteriori notizie riguardo questo biotopo sono fornite da PEDROTTI (1980). Presso Gomagoi (Bolzano), nel Parco Nazionale dello Stelvio, ORSOMANDO (1975) descrive quindi una pecceta subalpina che si trova ad una quota insolitamente bassa, in seguito al particolare microclima indotto dalla frana su cui cresce. Più recentemente HAMANN (1989) riporta un elenco floristico per una zona con formazione di ghiaccio estivo ed emissione d'aria fredda localizzata presso il passo di Bordala, che si riferisce con ogni probabilità proprio alla ghiacciaia della Val di Gresta già visitata da Stenone nel 1671.

Al riguardo pare opportuno distinguere le differenti casistiche di dealpinizzazione, in quanto spesso la presenza di piante a quote insolitamente basse può essere dovuta a motivi ben diversi da quelli presi in considerazione nella presente nota. Caso totalmente differente è infatti quello dovuto ad un accidentale trasporto verso il basso di semi provenienti da quote più elevate, con la conseguente formazione di colonie non durevoli (eterotopia, secondo PIGNATTI, 1976). Il fenomeno delle buche del vento origina invece colonie dealpinizzate che sono da considerare extrazonali, ovvero al di fuori della loro fascia di crescita usuale, situata più in alto, ma relativamente stabili nel tempo, in quanto stabili sono le particolari condizioni ambientali che permettono loro di sopravvivere a quote insolitamente basse. Gli altri tipi di stazioni dealpine extrazonali possono essere le seguenti: base di ripidi pareti rocciose esposte a nord o forre profonde, con o senza stillicidio (cf. per esempio FURNACIARI, 1955; ZIMMERMANN, 1976; PROSSER & FESTI, 1990); conche o doline ad inversione termica (cf. per esempio BECK VON MANNAGETTA, 1904; 1906); zone umide di bassa quota, non o poco boscate (cf. per esempio GIACOMINI, 1946). La comparsa di specie alpine lungo corsi d'acqua a bassa quota, essendo di regola fugace, va invece considerata per lo più come presenza eterotopica.

LA FLORA DEALPINA DI CORNACALDA

Le buche del vento che si trovano in località Cornacalda sono localizzate, come detto, in corrispondenza di una frana postglaciale; in base ad una misura

radiometrica eseguita in un paleosuolo rinvenuto sotto una frana del tutto simile a questa (frana di quota 772, situata 2 Km a sud di Cornacalda), si può far risalire l'origine dell'evento franoso in questione a 4650-4250 anni fa (OROMBELLI & SAURO, 1988). Risulta evidente che non è possibile parlare, in questo caso, di presenze relitte dell'immediato postglaciale (circa 12.000 anni fa), al contrario di quanto è stato adombrato per altre colonie dealpine delle Prealpi (DAL COL, 1982; LASEN, 1984; PROSSER & FESTI, 1990). All'interno della frana in questione le specie dealpine sembrano prediligere i tratti meno colonizzati da parte della vegetazione, situandosi di regola sul fondo di conche e vallette tra i detriti. Le aree in cui questi ambienti si presentano in modo più marcato sono cinque (cf. fig. 1: zone A, B, C, D ed E). Esse sono caratterizzate da una struttura geomorfologica non uniforme:

- A) fessure tra grossi blocchi in pendio esposto a nord ed avvallamenti in detriti molto rimaneggiati.
- B) Valletta con orientamento NW-SE, aperta verso NW; su ambo i lati sono presenti strati non rimaneggiati, mentre il fondo ed i versanti sono coperti da detriti sciolti (fig. 2).
- C) Valletta chiusa da entrambe le estremità con orientamento NE-SW. Il versante esposto a SE è costituito da rocce non rimaneggiate; quello esposto a NW è formato da un pendio detritico a grossi blocchi, in cui si presentano anche alcuni avvallamenti.
- D) Valletta debolmente incisa con orientamento NNW-SSE, delimitata a WSW da rocce non rimaneggiate, aperta verso N, ma debolmente inclinata.
- E) Conche tra grossi blocchi rocciosi in scivolamento, tra i quali è presente detrito più fino.

Nel seguente elenco sono state riportate solo le specie più marcatamente dealpinizzate. Per quel che riguarda la flora di Cornacalda è possibile osservare che, analogamente a quanto rilevato da LASEN (1984) per le Masiere di Vedana (Belluno), non sembra azzardato affermare che l'elemento «orientale» (soprattutto il-lirico) sia consistente. Le specie che più fanno propendere per questa ipotesi sono le seguenti: *Hieracium porrifolium*, *Aster amellus*, *Inula ensifolia*, *Cirsium pan-nonicum*, *Asperula purpurea*, *Scabiosa graminifolia*.

Alcune delle specie che vengono qui elencate sono state già oggetto di una precedente nota riguardante le segnalazioni floristiche per il Roveretano (FESTI & PROSSER, 1990), in quanto non erano mai state segnalate in precedenza per questo territorio. Per poter dare un quadro più completo delle specie dealpine di maggior interesse presenti a Cornacalda è sembrato opportuno inserire anche queste specie nel seguente elenco.

Bryophyta

Mnium orthorhynchum BRID. Zona A (450 m s.l.m.); zona B (560 m s.l.m.). Poco frequente e solo vicino a fessure con forte emissione d'aria fredda. GAMS (1940:124) indica un limite inferiore di 560 m s.l.m.; per la Svizzera AMANN *et alii* (1912:248) riportano un limite inferiore di 580 m s.l.m. In Val Cavallina, in provincia di Bergamo, è presente a soli 360 m s.l.m. (FENAROLI, 1962:12).

Myurella julacea (SCHWAEGR.) B. E. - Zona B (560 m s.l.m.). Si tratta di una specie tipica delle fasce subalpina, alpina e nivale su calcare (AMANN *et alii*, 1912:278), il cui limite inferiore è, secondo GAMS (1940:138), di 500 m s.l.m. Per la Svizzera AMANN *et alii* (l.c.) riportano un limite inferiore di 550 m s.l.m.

Drepanocladus uncinatus (HEDW.) WARNST. - Zona C (620 m s.l.m.). Specie con massimo di distribuzione nella fascia subalpina, che in Svizzera scende fino a 680 m s.l.m. (AMANN *et alii*, 1912:345). Si tratta di una specie tipica di humus acido, ceppaie, basi di tronchi, rocce silicee.

Tracheophyta

Hyperzia selago (L.) BERNH. - Zone B, C e D (tra 560 e 760 m s.l.m.). Specie con massimo di distribuzione nell'orizzonte subalpino. Tuttavia compare anche a quote ben più basse. PIGNATTI (1982) riporta ad esempio un limite inferiore assoluto di 300 m s.l.m.

Asplenium viride HUDSON - Zone A, C, D, E (al di sopra di 410 m s.l.m.). Questa specie è frequente soprattutto negli orizzonti alto-montano e subalpino. Non è raro però che compaia anche più in basso. A Cornacalda è presente anche in corrispondenza di fessure fresche al di fuori delle zone considerate.

Dryopteris villarii (BELLARDI) WOYNAR - Zona D (750 m s.l.m.). GAMS (1940:178) cita questa specie come raramente presente al di sotto di 1200 m s.l.m. PIGNATTI (1982) riporta un limite inferiore assoluto di 500 m s.l.m. A Cornacalda è molto poco frequente, comparando in una singola, isolata popolazione.

Pinus mugo TURRA - Zone B, C, D, E (al di sopra di 550 m s.l.m.). Anche se in molte zone delle Alpi questa specie si trova piuttosto frequentemente a quote inferiori, è stata qui inclusa in quanto tipica specie della fascia degli arbusti contorti, che nelle vallette ad inversione termica compare in modo piuttosto regolare.

Salix reticulata L. - Zona D (760 m s.l.m.). Secondo PIGNATTI (1982) ha un limite altitudinale inferiore (normale) di 1800 m s.l.m. (1700 m secondo MARTINI & PAIERO, 1988:60); scende però anche a quote inferiori: DALLA TORRE & SARNTHEIN (1906-1913) riportano un limite inferiore di 1330 m s.l.m. (presso St. Jakob in Ahrn, Val Aurina, Bolzano); HEGI (1981:73), oltre a questa indicazione, dà un limite inferiore per la Carinzia di 1370 m (Plöckenpaß) e di 1307 m per la Svizzera (Kreuzegg im Toggenburg). A Cornacalda è stata osservata una sola



Fig. 3 - *Salix reticulata* L. a 760 m s.l.m. tra loc. Cornacalda e quota 842.



Fig. 4 - *Salix retusa* L. a 760 m s.l.m. tra Cornacalda e quota 842. Questa specie scende poco più a ovest fino a 560 m s.l.m.

pianta sterile, ancora giovane: la presenza, certo una delle più basse dell'Europa centrale, è quindi molto labile (fig. 3).

Salix retusa L. - Zona B e D (560 e 760 m s.l.m.). Viene generalmente indicato un limite altitudinale inferiore (normale) di 1700 m. s.l.m. (PIGNATTI, 1982; MARTINI & PAIERO, 1988:66). HEGI (1909-1912:31) riporta un limite altitudinale minimo di 500-700 m s.l.m. nella Ötschergraben nell'Austria Inferiore. Secondo DALLA TORRE & SARNTHEIN (1906-1913) il limite inferiore è di 930 m (Achentel, Tirolo settentrionale). A Cornacalda compare su una superficie di circa un metro quadrato a 560 m; attorno a 760 m sono almeno tre le presenze di analoga estensione (fig. 4).

Saxifraga caesia L. - Zona D (620 m s.l.m.). FENAROLI (1977:34) riporta un limite inferiore assoluto di 440 m s.l.m.; il limite inferiore normale è invece molto più elevato, aggirandosi attorno a 1600-1700 m s.l.m. (FENAROLI, l.c.; PIGNATTI, 1982). A Cornacalda è stata osservata una singola, piccola popolazione con i resti dell'infiorescenza dell'anno precedente.

Rhododendron ferrugineum L. - Zona D (760 m s.l.m.). Su substrato siliceo questa specie scende spesso a quote molto basse [fin verso i 200 m s.l.m., attorno ai laghi insubrici (HEGI, 1975:1641); a 515 m s.l.m. nelle buche del ghiaccio di Appiano (PFAFF, 1933a:70)] tuttavia sempre su substrato siliceo. Per zone calcaree sembrano mancare osservazioni precise: ad esempio in corrispondenza delle buche del vento su calcare questa specie, per quanto noto, non viene mai citata (eccetto che da HAMANN, 1989:33, ma per una quota di circa 1100 m s.l.m.).

Rhododendron hirsutum L. - Zona A, B, C, D, E (tra 420 e 770 m s.l.m.). A Cornacalda *R. hirsutum* rappresenta la «specie guida» più tipica delle aree a flora dealpina. In qualche tratto ricorda il cespuglio subalpino su calcare a rododendro irsuto (*Erico-Rhododendretum hirsuti*). Il limite inferiore assoluto raggiunto da questa specie è di 200-300 m s.l.m., in Stiria nelle gole di S. Leonardo presso Miessling (HEGI, 1975:1637) e a Rovereto nella forra del torrente Leno «sul canale dell'acqua di Spino dopo S. Colombano» (COBELLI, 1889:41; in DALLA TORRE & SARNTHEIN, 1906-1913; in HEGI, l.c.; in FENAROLI, 1962:16), dove è stato però di recente vanamente ricercato dallo scrivente. Più numerose sono invece le stazioni attorno ai 400 m s.l.m. (cf. HEGI, l.c.).

Vaccinium vitis-idaea L. - Zona B, C, D, E (al di sopra di 570 m s.l.m.). Compare normalmente al di sopra di 1000 m s.l.m. (PIGNATTI, 1982). In Svizzera e nella Valle dell'Adige sono note presenze fino ad una quota di 400 m s.l.m. (HEGI, 1975:1671). Nelle buche del ghiaccio di Appiano scende fino a 515 m s.l.m. (PFAFF, 1933a:70).

Vaccinium myrtillus L. - Zona B e C (al di sopra di 580 m s.l.m.). Questa specie raggiunge spesso il fondovalle nei castagneti delle Alpi meridionali a clima suboceanico (HEGI, 1975:1676), ma sempre su suolo siliceo; sembra interessante riportare questa presenza su substrato totalmente calcareo.

Gentianella anisodonta (BORBAS) LÖVE - Zona B (580-600 m s.l.m.). HEGI (1975:2033) riporta un limite inferiore assoluto di 880 m a Mödendorf in Carinzia. Solitamente è diffusa al di sopra di 1600 m s.l.m. (PIGNATTI, 1982). La forma presente a Cornacalda è in realtà intermedia tra *G. germanica* (WILLD.) WARBURG e *G. anisodonta*, in quanto i denti del calice sono sì fortemente disuguali, ma non presentano le tipiche papille sul margine.

Paederota bonarota (L.) L. - Zona A, C, D (tra 420 m e 760 m s.l.m.). PIGNATTI (1982) riporta un limite inferiore assoluto di 300 m s.l.m. Nella forra del Leno a monte del ponte di S. Colombano (Rovereto) è stata recentemente osservata dallo scrivente a soli 240 m s.l.m. (un solo esemplare). La maggior parte delle popolazioni rinvenute a Cornacalda si presentano in condizioni ecologiche molto particolari: anziché su rupi compare infatti per lo più su humus acido e fresco presso le fessure dalle quali fuoriesce aria fredda.

Valeriana saxatilis L. - Zona B, C, D, E (al di sopra di 550 m s.l.m.). Il limite inferiore assoluto raggiunto da questa specie sembra essere 300 m s.l.m., presso Salorno (Bolzano) (PFAFF in DALLA TORRE & SARNTHEIN, 1906-1913). A Cornacalda compare piuttosto regolarmente solo nelle zone a microclima freddo.

Antennaria dioica (L.) GAERTNER - Zona B e D (580 e 750 m s.l.m.). Si tratta di una specie con massimo di diffusione negli orizzonti montano e subalpino, che raramente compare più in basso, soprattutto nelle Alpi meridionali. DALLA TORRE & SARNTHEIN (1906-1913) citano come stazione più bassa proprio i dintorni di Rovereto (200 m s.l.m.), in base ad un'indicazione di COBELLI (1889:36), che si riferisce in realtà a Vallunga presso Rovereto (circa 300 m s.l.m.) ed al Cengialto (stazioni oggi probabilmente estinte a causa dell'abbandono dei pascoli di bassa quota).

Dall'elenco è piuttosto agevole osservare che un gruppo di specie è tipico di vallette nivali su calcare (*Salicetum retuso-reticulatae*) (in particolar modo *Salix reticulata* e *S. retusa*, ma anche *Mnium orthorhynchum* e *Myurella julacea*). Un secondo gruppo è inoltre legato soprattutto a rupi e ghiaioni calcarei degli orizzonti subalpino ed alpino (*Potentilletalia caulescentis* e *Thlaspietea rotundifolii*): *Asplenium viride*, *Dryopteris villarii*, *Saxifraga caesia*, *Paederota bonarota*, *Valeriana saxatilis*. Un terzo gruppo rappresenta infine specie tipiche di suoli umosi, acidi, tipicamente di foreste di conifere degli orizzonti alto-montano e subalpino (*Vaccinio-Piceetea*): *Drepanocladus uncinatus*, *Huperzia selago*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*. Dal punto di vista pedologico la presenza dei primi due gruppi è facilmente spiegabile a causa del substrato calcareo; il terzo gruppo viene giustificato invece unicamente dalla presenza di accumuli di humus grezzo nelle immediate vicinanze delle fessure ad emissione d'aria fredda; il processo di decomposizione della sostanza organica avviene qui in modo molto lento a causa della temperatura che rimane bassa

anche d'estate. Su calcare il fenomeno delle buche del vento non provoca quindi solo la comparsa di specie ipsofile basifile, ma anche acidofile.

CARATTERISTICHE ECOLOGICHE DI UNA ZONA AD INVERSIONE TERMICA IN BASE AGLI INDICI ECOLOGICI DI ELLENBERG *ET ALII* (1991)

Ogni specie possiede un comportamento ecologico ben definito. Questo comportamento può essere descritto per mezzo di indici, che esprimono l'intensità di ognuno dei principali fattori ecologici (luce, temperatura, continentalità, umidità, reazione e contenuto di azoto del suolo) alla quale solitamente corrisponde in natura la comparsa di una determinata specie. L'ideatore degli indici ecologici è stato Ellenberg, che già nel 1950 ha pubblicato i primi elenchi per uso agronomico, esprimendo gli indici con una scala a cinque valori. Per aumentare la precisione dei suoi indici, egli ha adottato in seguito una scala a 9 valori, ampliando contemporaneamente il numero di specie considerate. L'ultima edizione dell'elenco degli indici ecologici (cf. ELLENBERG *et alii*, 1991) comprende, oltre a buona parte delle piante superiori dell'Europa centrale, anche esaurienti elenchi di briofite e licheni. Si rammenta che attualmente sono in uso in Italia settentrionale soprattutto gli indici di LANDOLT (1977), validi per la flora Svizzera; si è preferito tuttavia utilizzare gli indici di Ellenberg, in quanto quelli di Landolt, espressi in base alla vecchia scala di cinque valori, forniscono dei risultati meno precisi.

Il metodo applicato per indagare per mezzo degli indici alcune caratteristiche ecologiche delle zone a microclima freddo è stato il seguente: lungo due transetti tracciati perpendicolarmente all'asse della valletta corrispondente alla zona B (560 m s.l.m. e 580 m s.l.m.) (fig. 5), è stata annotata la presenza di tutte le specie che radicano in tre zone, corrispondenti al fondo della valletta, al pendio (con ghiaione quasi spoglio) ed al bosco di orniello a roverella sul bordo superiore del versante (tab. 1). Per ognuna delle tre zone è stata quindi calcolata la media degli indici di temperatura (T), umidità (U) e reazione (R), che sono sembrati, in questo caso, più appropriati allo studio del microclima in questione. In base ai dati ottenuti sono stati infine costruiti due grafici (fig. 6) che mettono in evidenza la variazione dell'indice medio di temperatura, umidità e reazione con l'allontanarsi dalla parte più bassa della valletta.

È stato tuttavia necessario considerare in modo critico gli indici ecologici di ELLENBERG *et alii* (1991), perché essi si riferiscono in particolar modo alla Germania, dove alcune specie presenti a Cornacalda mancano, mentre altre possono palesare un comportamento ecologico differente da quello riscontrabile nelle Prealpi. Nel caso di *Carex humilis*, *Glubularia cordifolia* e *Sesleria varia* si è ritenuto necessario lasciare indeterminato l'indice di temperatura proposto da El-

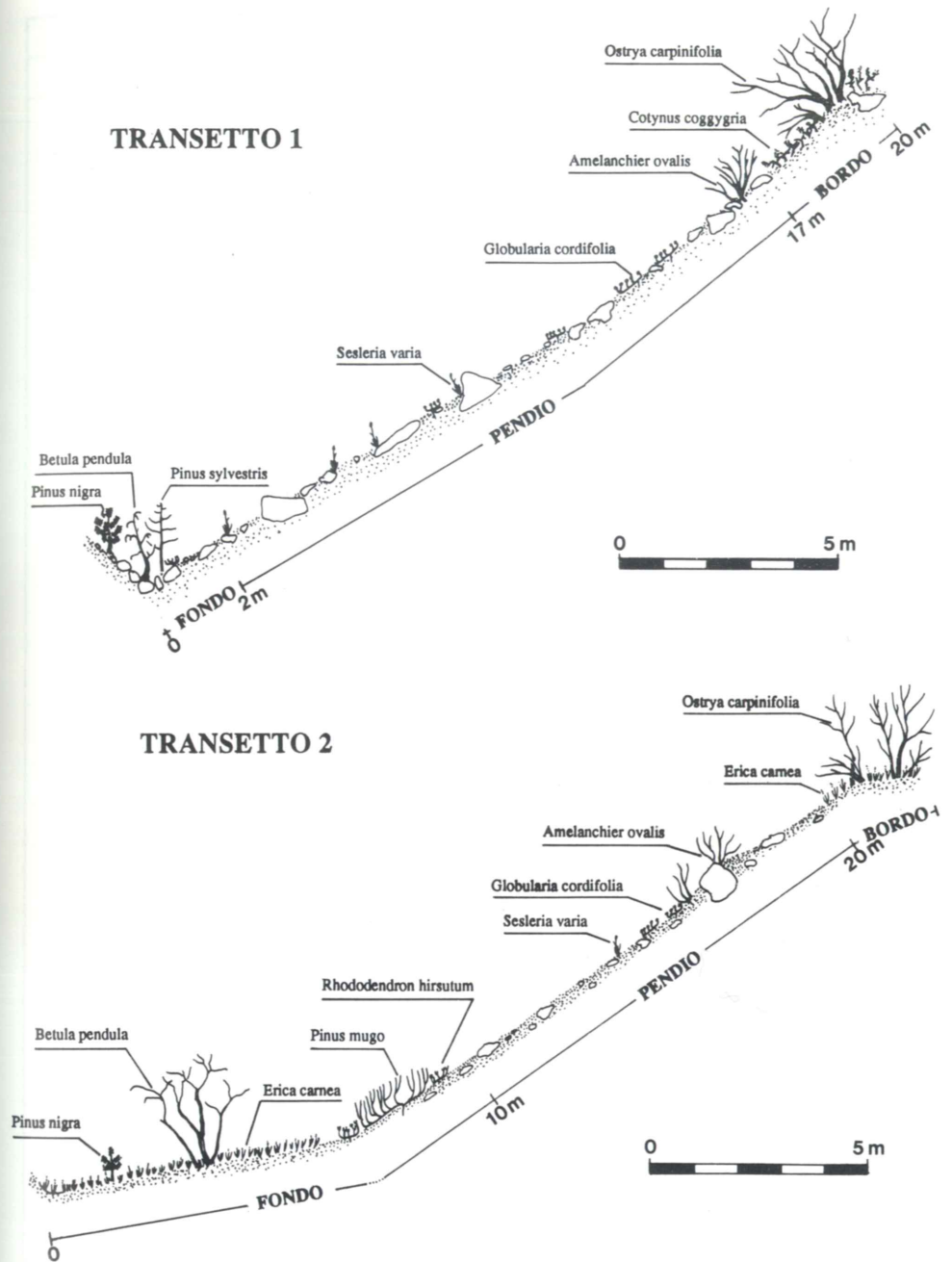
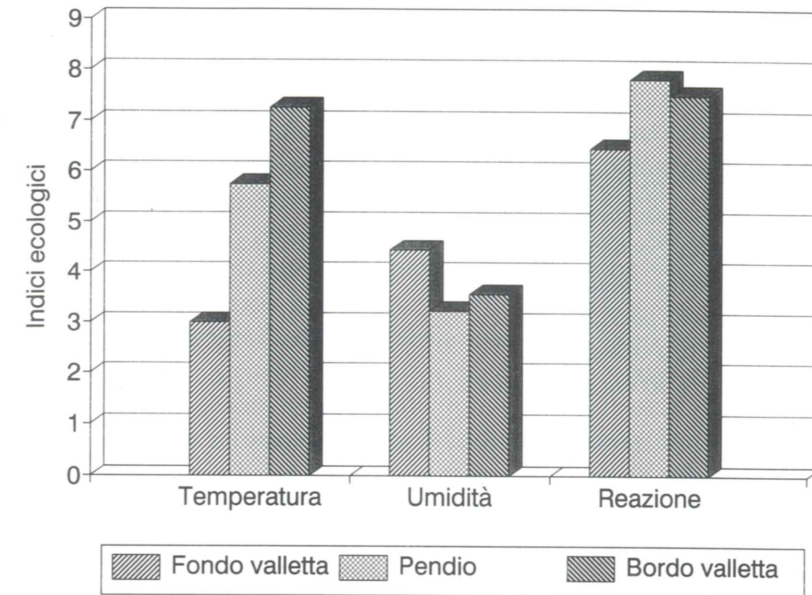


Fig. 5 - Transetti tracciati sul versante esposto a SW della valletta corrispondente alla zona B della fig. 1. Le specie schematizzate non sono disegnate in scala.

	Transetto 1			Transetto 2		
	Fondo	Pendio	Bordo	Fondo	Pendio	Bordo
<i>Amelanchier ovalis</i>		x	x	x	x	x
<i>Antennaria dioica</i>				x		
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	x			x		
<i>Asperula cynanchica</i>		x				
<i>Asplenium ruta-muraria</i>		x				
<i>Betula pendula</i>	x			x		
<i>Carex humilis</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Cotinus coggygria</i>			x			
<i>Crepis froelichiana</i>				x	x	
<i>Cytisus sessilifolius</i>					x	
<i>Dicranum scoparium</i>	x			x		
<i>Ditrichum flexicaule</i>	x					
<i>Erica carnea</i>		x		x	x	x
<i>Euphrasia tricuspdata</i>	x			x		
<i>Fraxinus ornus</i>						x
<i>Galium verum</i>		x				
<i>Gentianella anisodonta</i>				x		
<i>Globularia cordifolia</i>		x	x		x	
<i>Gymnadenia odoratissima</i>				x		
<i>Hieracium murorum</i>				x	x	
<i>Hieracium porrifolium</i>		x				
<i>Huperzia selago</i>				x		
<i>Inula hirta</i>				x		
<i>Juniperus communis</i>			x	x		
<i>Leontodon incanus</i>						x
<i>Lotus corniculatus</i>				x		
<i>Mnium orthorhynchum</i>	x					
<i>Myurella julacea</i>	x					
<i>Ortbilia secunda</i>	x					
<i>Ostrya carpinifolia</i>			x			x
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>		x		x	x	
<i>Pinus mugo</i>				x		
<i>Pinus nigra</i>				x		
<i>Polygonatum odoratum</i>				x		
<i>Quercus pubescens</i>			x			
<i>Rhamnus saxatilis</i>						x
<i>Rhododendron hirsutum</i>	x			x		
<i>Rubus saxatilis</i>				x		
<i>Salix glabra</i>				x		
<i>Salix retusa</i>	x					
<i>Sedum rupestre</i>			x			
<i>Sesleria varia</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Solidago virgaurea</i>				x	x	
<i>Teucrium montanum</i>						x
<i>Tortella tortuosa</i>	x	x		x	x	
<i>Trimia glauca</i>		x				x
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	x			x		
<i>Valeriana tripteris</i>	x					
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>						x
<i>Viola hirta</i>						x

Tab. 1 - Specie rilevate lungo i due transetti di fig. 5. La nomenclatura segue PIGNATTI (1982) per le piante superiori e AUGER (1966) per le briofite.

Transetto 1 (560 m s.l.m.)



Transetto 2 (580 m s.l.m.)

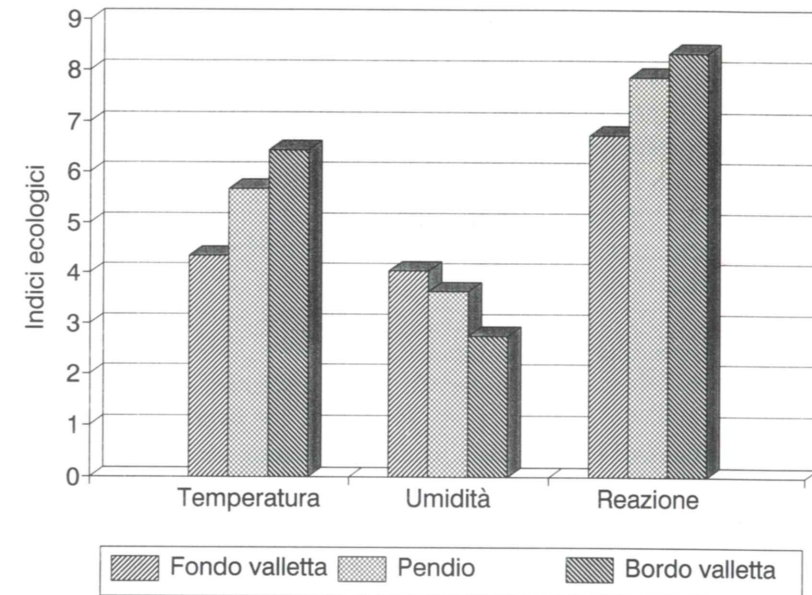


Fig. 6 - Istogrammi rappresentanti la variazione dell'indice di temperatura, umidità e reazione lungo due transetti (cf. fig. 5) rispettivamente per il fondo, il pendio e il bordo della valletta corrispondente alla zona B di fig. 1 (spiegazione nel testo).

lenberg: queste tre specie nelle Alpi meridionali sono distribuite infatti, al contrario che in Germania, dai fondovalle fino agli orizzonti subalpino ed alpino. È stato inoltre necessario aggiungere, in base agli indici di Landolt ed all'esperienza personale, i seguenti indici:

	T	U	R
<i>Crepis froelichiana</i>	5	3	8
<i>Cytisus sessilifolius</i>	8	3	8
<i>Euphrasia tricuspida</i>	5	4	8
<i>Gentianella anisodonta</i>	3	5	/
<i>Hieracium porrifolium</i>	/	2	8
<i>Mnium orthorhynchum</i>	3	6	6
<i>Phyteuma scheuchzeri</i> subsp. <i>columnae</i>	4	4	8

Dagli istogrammi ottenuti (fig. 6) è agevole osservare che l'indice di temperatura è quello che più gradualmente varia tra il fondo della valletta ed il suo bordo. L'inversione termica viene così messa in evidenza in modo chiaro. Il transetto 1 presenta sul fondo della valletta un indice di temperatura pari a tre, che corrisponde all'orizzonte subalpino (temperatura media annua 3°C, secondo ELLENBERG *et alii*, 1991); sul bordo invece esso è di poco superiore a sette, valore al quale corrisponde il piano basale (temperatura media annua 9°C). Per quel che riguarda l'indice di temperatura il transetto 2 presenta valori più compressi, ma con andamento del tutto analogo. Gli indici di umidità e di reazione del suolo, pur avendo differenti andamenti lungo i due transetti, mettono in evidenza come il fondo della valletta sia caratterizzato da un suolo più umido e più acido rispetto al pendio ed al bordo della valletta stessa. La maggiore umidità si spiega con la bassa temperatura, che permette al vapor acqueo di condensarsi in maggior misura nei pressi delle fessure ad emissione di aria fredda, localizzate sul fondo della valletta. In questa zona è presente anche una maggiore acidità del suolo, che deriva, come già accennato, dalla lentezza con cui avviene la decomposizione della sostanza organica, pure conseguenza delle basse temperature che qui si manifestano.

CONCLUSIONI

Nella presente nota è stato preso in considerazione solamente uno tra i molti aspetti naturalistici di notevole interesse che caratterizzano la zona di Cornacalda e dintorni. I Laghetti di Marco, situati due chilometri a sud-est di Cornacalda, presentano infatti una flora ed una fauna di rilievo a livello provinciale; soprattutto floristico è invece l'interesse del vicino Cengialto; notevolissima è

infine la valenza paleontologica, in seguito al recente rinvenimento di impronte di dinosauri, avvenuto due chilometri a SSW di Cornacalda. Appaiono perciò più che giustificati gli sforzi in atto per una protezione e valorizzazione naturalistica di tutta l'area compresa tra il Cengialto ed i Lavini di Marco. Tuttavia, con riferimento alla flora delle aree a microclima freddo, occorre ricordare la sua estrema fragilità nei confronti di un'eventuale fruizione pubblica. Pur essendo innegabile infatti l'aspetto didattico che tali zone possono offrire nella comprensione dei rapporti che intercorrono tra fattori ecologici e distribuzione spaziale delle piante, dovrà essere massima l'attenzione per cercare di mantenere nel tempo la presenza di questo esempio di vegetazione dealpina. Oltre al disturbo antropico preme qui sottolineare anche il pericolo che a termine medio-lungo è rappresentato dalla diffusione spontanea del pino nero. Quest'ultimo è stato ampiamente introdotto ad opera del Corpo Forestale durante gli anni Venti in numerose località situate nelle immediate vicinanze di Cornacalda. A partire da questi nuclei esso tende a diffondersi rapidamente in modo spontaneo, mostrando di essere l'unica specie arborea in grado di colonizzare con successo le frane ancora nude, comprese le zone a microclima freddo. Il fatto che sotto la copertura del pino nero siano ben poche le specie che riescono a sopravvivere è ben noto, e per questa ragione la sua diffusione spontanea dovrà essere tenuta in futuro sotto attento controllo.

BIBLIOGRAFIA

- AMANN J., MEYLAN C., CULMANN C., 1912 - Flore des Mousses de la Suisse. Deuxième partie: Bryogéographie de la Suisse. *Imprimeries Réunies*, Lausanne: 414 pp.
- AUGIER J., 1966 - Flora des Bryophytes. Morphologie, Anatomie, Biologie, Ecologie, Distribution Géographique. *Lechevalier*, Paris, 702 pp.
- BECHERER A., 1952 - Eine Kälteflora im Bereich der Brusasker Grotti (Puschlav). *Ber. Schw. Bot. Ges.*, 62: 644.
- BECK VON MANNAGETTA G., 1904 - Hochgebirgspflanzen in tiefen Lagen. *Sitzungsberichte des «Lotos»*, 24 n.s.: 153-160.
- BECK VON MANNAGETTA G., 1906 - Die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes. *Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*. 115 Band, Abteilung I, Heft 1: 3-20.
- COBELLI G., 1889 - Contribuzione alla flora dei dintorni di Rovereto. XVIII Pubblicazione del Museo Civico di Rovereto. *Sottochiesa*, Rovereto, 88 pp.
- CORRÀ G. & FERRARI M., 1973 - Osservazioni di Stenone sulla formazione di ghiaccio estivo in due grotte di montagna nelle Prealpi Tridentine e Lombarde. *Nat. Alp.*, 24 (2): 103-126.

- CUMER A. & LADURNER F., 1987 - Misurazione di temperature alle «Buche di Ghiaccio» presso Appiano negli anni 1982-86. *Annali Lab. Biol. Prov. Aut. Bolzano*, 4 : 267-290.
- DAL COL E., 1982 - *Dryas octopetala* L. a Vittorio Veneto: probabile relitto glaciale. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.*, 7 (2): 119-124.
- DALLA TORRE K. W. von & SARNTHEIN L. von, 1906-1913: Flora der Gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. Innsbruck, Wagner, Vol. VI: Die Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta et Siphonogama*), Tomo 1 (1906), 2 (1909), 3 (1912), 4 (1913).
- ELLENBERG H., 1986 - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer, Stuttgart, 989 pp.
- ELLENBERG H., WEBER H., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULISSEN D., 1991 - Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 18, Goltze, Göttingen, 248 pp.
- FENAROLI L., 1962 - Una stazione di piante microterme in Val Cavallina (Prealpi Bergamasche). *Fondazione per i problemi montani dell'arco alpino*, Bergamo, 45: 3-23.
- FENAROLI L., 1977 - Il genere *Saxifraga* L. sez. *Kabschia* ENGLER in Italia. *St. Trent. Sc. Nat., Acta Biol.*, 54: 29-50.
- FERRARI M., 1957 - La prima esplorazione scientifica di una grotta del Trentino. *Nat. Alp.*, 8 (1): 9-16.
- FESTI F. & PROSSER F., 1990 - Note floristiche per la zona di Rovereto e dintorni (terzo contributo). *Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez.: Arch., St., Sc., Nat.*, 5 (1989): 111-134.
- FORNACIARI G., 1955 - Aspetti della vegetazione nella zona circostante la cascata di Moggi. *Atti del I Convegno Friulano di Scienze Naturali*, Udine, 4-5 settembre 1955: 194-215.
- FURRER E., 1961 - Über «Windlöcher» und Kälteflora am Lauerzersee (Schwyz). *Berichte des Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel*, 32: 83-96.
- FURRER E., 1966 - Kümmerfichtenbestände und Kaltluftströme in den Alpen der Ost- und Innerschweiz. *Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen*, 10: 720-733.
- FURRER E., 1972 - Kaltluftvegetation im Waagtal (Schwyz). *Berichte des Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel*, 41: 21-24.
- GAMS H., 1940 - Kleine Kryptogamenflora von Mitteleuropa. Band I die Moos- und Farnpflanzen (Archegoniaten). *Gustav Fischer*, Jena, 184 pp.
- GIACOMINI V., 1946 - Aspetti scomparsi e relitti della vegetazione padana. *Atti Ist. Bot. Lab. Crittogam. Univ. Pavia*, s. 5, 9: 29-123.
- HAMANN U., 1989 - Botanische Exkursionen im Gardaseegebiet und in den Judikarischen Alpen (1958-1988). Bochum, 202 pp.
- HEGI G., 1909-1912 - Illustrierte Flora von Mitteleuropa. *Pteridophyta, Spermatophyta*; Band III: *Angiospermae, Dicotyledones* 1. Prima edizione, Lehmanns, München.
- HEGI G., 1975 - Illustrierte Flora von Mitteleuropa. *Dicotyledones*; Band V, Teil 3: *Pyrolaceae-Verbenaceae*. Terza ristampa, Parey, Berlin, Hamburg, pp. 1567-2254.
- HEGI G., 1981 - Illustrierte Flora von Mitteleuropa. *Pteridophyta, Spermatophyta*; Band III: *Angiospermae, Dicotyledones* 1. Teil 1. Terza edizione, Parey, Berlin, Hamburg, 504 pp.
- HORVAT I., GLAVAČ V., ELLENBERG H., 1974 - Vegetation Südosteuropas. *Gustav Fischer*, Stuttgart, 768 pp.
- KELLER F., 1839 - Bemerkungen über die Wetterlöcher und natürlichen Eisgrotten in den Schweizeralpen. *Neujahrsbl. d. Naturf. Ges. in Zürich*, 41: 10 pp.
- LANDOLT H., 1977 - Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel*, 64, 208 pp.
- LASEN C., 1984 - Aspetti floristico-vegetazionali nelle Masiere di Vedana (Belluno). *St. Trent. Sc. Nat., Acta Biol.*, 61: 155-167.
- MARTINI F. & PAIERO P., 1988 - I salici d'Italia. Guida al riconoscimento e all'utilizzazione pratica. *LINT*, Trieste, 161 pp.
- MOOR M., 1954 - Fichtenwälder im Schweizer Jura. *Vegetatio*, 5/6, 542-552.
- MORTON F., 1958 - Die Eislöcher bei Eppan in Überetsch. *Natur und Volk*, 88: 413-420.
- MORTON F., 1959 - Mikroklimatische Untersuchungen am *Rhododendron ferrugineum* L. im Bergsturzgebiete der Eppaner Gand. *Der Schlern*, 33 (5-6): 233-234; (7-8): 339-342; (9-10): 424-426.
- OROMBELLI G. & SAURO U., 1988 - I Lavini di Marco: un gruppo di frane oloceniche nel contesto morfotettonico dell'alta Val Lagarina (Trentino). *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 1: 107-116.
- ORSOMANDO E., 1975 - Stazione eterotopica di *Piceetum subalpinum* presso Gomagoi nel Parco Nazionale dello Stelvio. *St. Trent. Sc. Nat., Sez. B.*, 52: 147-156.
- PEDROTTI F., 1980 - Guida all'escursione della Società Botanica Italiana in Val d'Adige e nel Parco Nazionale dello Stelvio. Camerino, 63 pp.
- PFAFF G., 1933b - Le «Buche di ghiaccio» di Lases e la loro flora. *St. Trent. Sc. Nat.*, 14 (3): 177-187.
- PFAFF W., 1933a - Die Eislöcher in Überetsch: ihre Vegetationsverhältnisse und ihre Flora. *Schlern-Schriften*, 24: 72 pp.
- PIGNATTI S., 1976 - Geobotanica. In: CAPPELLETTI C. - Trattato di Botanica, *UTET*, Torino, vol. 2., ed. 3: pp. 801-997.
- PIGNATTI S., 1982 - Flora d'Italia. *Edagricole*, Bologna, 3 Voll.
- PROSSER F. & FESTI F., 1990 - Una stazione di piante microterme al Cengio Rosso (300-600 m s.l.m.), Trentino Meridionale. *Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez.: Arch., St., Sc. Nat.*, 5 (1989): 101-110.
- RICHARD J. L., 1961 - Les forets acidophiles du Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz*, 38, 164 pp.
- STEINBACH A., 1954 - Beobachtungen und Messungen an Eishöhlen im Westerwald und in der Eifel. *Jahrb. d. Nassauischen Ver. f. Naturkunde*, 91: 8-36.

- SCHÖNFELDER P., 1968 - Adalpin - dealpin: ein historisch-chorologisches Begriffspaar. *Mitt. Flor.-Soz. Arbeitsgem.*, N.F., 13: 5-9.
- STREIFF-BECKER R., 1945 - Die Windlöcher bei Ennetbühls. *Mitteil. d. Naturf. Ges. Kt. Glarus*, 7: 247-255.
- VAILATI D. & BIAGI P., 1990 - Primo contributo alla conoscenza dei «Büs del Lat» dell'Altopiano di Cariadeghe (Serle, Brescia). «*Natura Bresciana*» *Ann. Mus. Civ. Sc. Nat.*, 25 (1988): 261-303.
- WEISS E. H., 1958 - Eine Eis führende Schutthalde in den Gailtaler Alpen. *Carinthia II*, 68 (148): 62-63.
- WILMANN O., 1971 - Verwandte Züge in der Pflanzen- und Tierwelt von Alpen und Südschwarzwald. *Jb. Ver. Schutze Alpenpflanzen u. - Tiere*, 36: 36-50.
- ZIMMERMANN A., 1976 - Ein tiefgelegenes Vorkommen subalpiner Pflanzensippen im Wildbachgraben der Koralpen (Steiermark). *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark*, 106: 201-208.

Indirizzo dell'autore:

Filippo Prosser - Museo Civico di Rovereto - Sezione Archeologia, Storia e Scienze Naturali
Via Calcinari, 18 - 38068 Rovereto (TN)