



Dipartimento di Trieste



Provincia di Trieste

ATLANTE
DEI LICHENI EPIFITI PIU' COMUNI
RINVENUTI IN STUDI DI
BIOMONITARAGGIO AMBIENTALE
NELLA PROVINCIA DI TRIESTE

Nordio Miani
Nicola Skert
Roberto Grahonja

PREMESSA	1
1. BIOMONITORAGGIO TRAMITE LICHENI	2
1.1. BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE	2
1.2. BIOINDICATORI E BIOACCUMULATORI.....	3
1.3. SCALE DI INTERPRETAZIONE NEGLI STUDI DI BIOMONITORAGGIO.....	4
1.4. BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE TRAMITE LICHENI.....	5
1.5. LICHENI COME BIOINDICATORI.....	6
1.6 I PRINCIPI DELLA METODICA IBL (INDICE DI BIODIVERSITÀ LICHENICA)	9
1.7. STAZIONI DI CAMPIONAMENTO	9
1.8. SCELTA DEGLI ALBERI DA CAMPIONARE	12
1.9. METODICA DI RILEVAMENTO	17
2. I LICHENI	20
2.1. NATURA DEI LICHENI	20
2.2. ECOLOGIA DEI LICHENI	20
2.3. STRUTTURA DEI LICHENI.....	21
2.3.1 Anatomia del tallo	21
2.3.2. Le forme di crescita dei licheni	22
2.3.3. Strutture superficiali non riproduttive	24
2.3.4. Strutture superficiali deputate alla riproduzione	25
3. DETERMINAZIONE DELLE SPECIE LICHENICHE	29
3.1. GENERALITÀ.....	29
3.2. TEST CHIMICI	29
3.3. GLOSSARIO	30
3.4. CHIAVE DI DETERMINAZIONE.....	33
3.5. ATLANTE FOTOGRAFICO	47
BIBLIOGRAFIA	49

PREMESSA

Il presente lavoro rientra nell'ambito di una Convenzione per il biomonitoraggio del territorio di competenza stipulata tra la Provincia di Trieste e l'ARPA FVG, Dipartimento di Trieste. Essa prevede, tra gli altri progetti, la realizzazione di un atlante fotografico dei licheni più comuni rinvenuti a Trieste nel corso di studi di biomonitoraggio ambientale. L'atlante è corredato da un capitolo introduttivo riguardante la metodica di biomonitoraggio tramite licheni quali bioindicatori dell'inquinamento da gas fitotossici, come da linee guida del manuale operativo (ANPA, 2001) adottato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e Servizi Tecnici (APAT), da una parte descrittiva della morfologia dei licheni ed infine da una chiave di determinazione delle specie più comuni rinvenute durante le campagne di biomonitoraggio svolte a più riprese nell'ultima quindicina d'anni sul territorio provinciale, completata da una serie di schede monografiche dei licheni riportati nella chiave sistematica con un corredo iconografico costituito da fotografie eseguite dagli autori su esemplari rinvenuti nel corso dei rilievi sul campo.

1. BIOMONITORAGGIO TRAMITE LICHENI

1.1. Biomonitoraggio ambientale

La crescente produzione di sostanze tossiche per l'uomo ha reso necessaria la ricerca di strumenti sempre più sensibili per il controllo dell'inquinamento. L'inquinamento, ed in particolare quello atmosferico, è un fenomeno estremamente variabile nello spazio e nel tempo in dipendenza di numerosi fattori. La corretta mappatura dell'inquinamento di una certa area implica uno studio condotto su base statistica, basato su una rete di misure a densità elevata e sull'analisi di dati riferiti a prolungati periodi di tempo.

Il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico effettuato mediante centraline automatiche di rilevamento, indispensabile nel caso di aree soggette costantemente ad alti tassi di inquinamento atmosferico, quali grandi centri urbani, risulta estremamente complesso per diversi motivi (Nimis 1999a):

- a) le concentrazioni di sostanze inquinanti nell'aria sono molto variabili nello spazio e nel tempo, in dipendenza di fattori come le condizioni atmosferiche, la direzione dei venti, l'orografia, il tipo di fonte inquinante, ecc.;
- b) una corretta mappatura dell'inquinamento implica studi condotti su base statistica, con un elevato numero di punti di misura, ma l'alto costo delle centraline di rilevamento rappresenta un limite per la densità dei punti di campionamento, sia nello spazio che nel tempo;
- c) i dati si riferiscono generalmente solo ad alcuni parametri (anidride solforosa, ossidi di azoto, monossido di carbonio, polveri), mentre scarseggiano le informazioni su molti inquinanti come ad esempio i metalli;
- d) la quantificazione delle concentrazioni di singoli inquinanti non è sufficiente a definire lo stato di degrado ambientale, poiché l'insieme delle sostanze presenti nell'ambiente può agire sinergicamente amplificando i danni sugli organismi viventi.

Il monitoraggio della qualità ambientale mediante l'uso di organismi viventi prende il nome di **biomonitoraggio**. Esso è basato sulla valutazione degli effetti biologici dell'inquinamento. Le tecniche di biomonitoraggio producono dati biologici: misure di biodiversità (variazioni nell'assetto morfologico, fisiologico o genetico) e delle concentrazioni di sostanze accumulate negli organismi esaminati. Il biomonitoraggio si basa sulla misura di deviazioni da condizioni *normali* di componenti degli ecosistemi reattivi all'inquinamento (Nimis 1999a), utili per stimare gli effetti combinati di più inquinanti sulla componente biotica.

I principali limiti delle tecniche di biomonitoraggio sono essenzialmente dovuti al fatto che si tratta di tecniche basate sull'analisi di organismi viventi e possono venire così sintetizzati:

1. difficoltà, in molti casi, a stabilire una relazione univoca tra dati biologici e concentrazioni di specifici inquinanti, a causa degli effetti sinergici determinati dalla presenza di più sostanze tossiche sugli organismi;
2. difficoltà, soprattutto per tecniche che utilizzano organismi autoctoni, di applicazione nelle aree in cui le caratteristiche ambientali limitano o impediscono la presenza dei bioindicatori;
3. drastica diminuzione della sensibilità di alcune tecniche per valori estremi di concentrazione di determinati inquinanti;
4. impossibilità di elaborare un'unica scala di interpretazione dei dati biologici in termini di inquinamento valida per tutto il territorio nazionale, vista l'estrema variabilità climatica e geomorfologica che lo caratterizza.

I principali vantaggi delle tecniche di biomonitoraggio sono rappresentati da:

1. possibilità di ottenere rapidamente, a bassi costi e con un'elevata densità di campionamento, una stima degli effetti biologici indotti su organismi sensibili dovuta all'interazione di più sostanze nocive;
2. individuazione rapida di zone a rischio, con reale o potenziale superamento dei valori soglia stabiliti dalla legge, per alcuni importanti inquinanti primari;
3. valutazione dell'efficacia delle misure adottate per la riduzione delle emissioni di inquinanti su lunghi periodi;
4. localizzazione di aree potenzialmente a rischio e conseguente ubicazione ottimale delle centraline automatiche di rilevamento;
5. validazione di modelli di trasporto a lunga distanza e deposizione di inquinanti a diverse scale territoriali.

La maggiore densità di campionamento degli studi di biomonitoraggio rispetto alle reti di rilevamento strumentale compensa l'inevitabile margine di errore dovuto alla variabilità dei dati biologici.

Data la sostanziale diversità delle informazioni, è evidente che il biomonitoraggio non può essere considerato alternativo al monitoraggio strumentale. Esso fornisce importanti informazioni per la valutazione globale dello stato ambientale di un'area, individuando possibili zone a rischio per la salute pubblica, evidenziando patterns diffusionali di inquinanti e ottimizzando la pianificazione e la realizzazione di reti mirate di monitoraggio strumentale.

1.2 Bioindicatori e bioaccumulatori

Le tecniche di biomonitoraggio permettono di identificare lo stato di alcuni parametri ambientali sulla base degli effetti da essi indotti su organismi sensibili, in grado di reagire in modo chiaro e quantificabile alla presenza degli inquinanti. Tali reazioni si

manifestano in modo più o meno evidente essenzialmente su due livelli, che corrispondono a due categorie di tecniche (Nimis 1999a):

a. modificazioni morfologiche, fisiologiche e genetiche a livello di organismo, di popolazione o di comunità: **tecniche di bioindicazione**, basate sulla stima gli effetti di variazioni ambientali su componenti sensibili degli ecosistemi, chiamati bioindicatori.

b. accumulo di sostanze: **tecniche di bioaccumulo**, basate sulla misura delle concentrazioni di sostanze in organismi in grado di assorbirle e accumularle dall'ambiente, chiamati bioaccumulatori.

Un organismo adatto ad essere usato per uno studio di biomonitoraggio ambientale deve presentare le seguenti caratteristiche:

1. ampia diffusione nell'area di studio;
2. scarsa mobilità;
3. ciclo vitale lungo
4. uniformità genetica.

Un **bioindicatore** è un organismo che presenta variazioni dei parametri morfo-fisiologici o della presenza e frequenza (biodiversità delle comunità) correlabili all'intensità del disturbo ambientale. Un valido bioindicatore deve quindi possedere una accertata sensibilità agli agenti inquinanti considerati.

Un **bioaccumulatore** è un organismo che presenta la capacità di accumulare sostanze in maniera correlata alla loro presenza nell'ambiente, così che la misura delle concentrazioni di sostanze inquinanti all'interno dell'organismo viene utilizzata per ricostruire i patterns di deposizione nell'ambiente in cui il suddetto organismo vive. Un valido bioaccumulatore deve perciò presentare una elevata tolleranza ed una notevole capacità di accumulo degli agenti inquinanti considerati.

Non vi sono differenze sostanziali tra tecniche di bioindicazione e di bioaccumulo, anche se le prime si basano su dati biologici, mentre le seconde su analisi chimiche: entrambe sono comprese nella definizione del termine "*biomonitoraggio*", inteso come "*analisi di componenti degli ecosistemi reattivi all'inquinamento, per la stima di deviazioni da situazioni normali*" (Nimis 1999a).

1.3 Scale di interpretazione negli studi di biomonitoraggio

L'interpretazione dei dati biologici costituisce un aspetto fondamentale per gli studi di biomonitoraggio. La rappresentazione cartografica dei dati permette di evidenziare patterns geografici della presenza dei diversi inquinanti e i loro massimi locali, le scale di interpretazione permettono invece di valutare tali dati in termini di alterazione ambientale.

L'individuazione e la quantificazione di condizioni *normali* in situazioni ambientali diverse è cruciale per fornire i punti di riferimento delle scale di interpretazione dai dati biologici in termini di deviazioni da condizioni *normali*. Si possono seguire tre strategie principali:

- a) confronto dei dati con condizioni controllate (es. esperimenti di fumigazione), per quantificare la relazione tra concentrazione di inquinanti e reazioni degli organismi);
- b) confronto con dati strumentali di inquinamento o stime derivanti da modelli diffusionali;
- c) confronto "interno" all'universo dei dati biologici. Quest'ultima strategia spesso costituisce l'unica possibilità, a causa della carenza di dati strumentali (come nel caso dei metalli).

Nel campo del monitoraggio ambientale tramite licheni sono state proposte diverse scale di interpretazione dei dati biologici: esse mostrano l'ampiezza di eventuali deviazioni da situazioni normali permettendo una valutazione in termini di qualità ambientale (Nimis 1999a, b; Nimis & Bargagli 1999, Nimis et al. 1999, Loppi et al. 2002, Brunialti & Giordani 2002; Castello & Skert 2005). I valori estremi di queste scale sono i più importanti ai fini applicativi, rispettivamente per la conservazione ed il ripristino dell'ambiente.

1.4 Biomonitoraggio ambientale tramite licheni

Diversi organismi sono usati come bioindicatori e/o bioaccumulatori negli studi della qualità dell'aria: piante superiori, funghi, briofite, licheni. Per uno stato dell'arte ed una sintesi si rimanda alle *reviews* e monografie di Ferry et al. (1973), Manning & Feder (1980), Steubing & Jaeger (1982), Nimis (1990), Markert (1993), Lorenzini & Soldatini (1995), Bargagli (1998), Piccini & Salvati (1999).

I licheni sono organismi simbiotici, derivanti dall'associazione di un fungo e di un'alga fotosintetizzante, e sono tra gli organismi viventi più impiegati negli studi di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico in quanto le loro caratteristiche morfo-anatomiche, fisiologiche ed ecologiche li rende particolarmente adatti a tale tipo di indagini.

I primi studi sulla sensibilità dei licheni all'inquinamento atmosferico risalgono al secolo scorso (Nylander 1866), ma solo da alcuni decenni questi organismi sono stati utilizzati come biomonitors su larga scala, grazie anche alla disponibilità di misure dirette dell'inquinamento, indispensabili per verificare le relazioni tra concentrazione atmosferica di sostanze dannose e risposta biologica. Attualmente l'utilizzo dei licheni come bioindicatori e bioaccumulatori è diffuso in quasi tutte le principali città dell'Europa centro-settentrionale e in molti paesi tale tecnica è ormai diventata un'attività di routine. Dal 1987 sono stati realizzati centinaia di studi basati su questa

metodica, consentendo di compiere un importante passo verso la standardizzazione delle metodiche sia in Germania (VDI Guideline; VDI, 1995) che in Italia (Nimis, 1999). Recentemente un gruppo di Autori (Asta et al., 2002) ha proposto una metodica di biomonitoraggio uniformata ed unica per l'Europa, che è stata adottata dall'APAT (ANPA, 2001).

Negli ultimi vent'anni anche in Italia si è andato sempre più affermando l'uso dei licheni come bioindicatori e/o bioaccumulatori dei contaminanti atmosferici. Le numerose indagini realizzate sinora riguardano centri urbani, territori comunali e provinciali, zone di interesse naturalistico e aree con presenza di attività antropiche di diverso tipo: Udine (Nimis 1986), Roma (Nimis & Tretiach 1987), regione Veneto (Nimis et al. 1989, 1991, 2000, Cislighi & Nimis 1997), Macerata (Gasparo et al. 1989), Montalto di Castro (Nimis ined.), La Spezia (Nimis et al. 1990, 1993), Pescara (Recchia et al. 1993), Savona (Castello et al. 1994), Trieste (Castello et al. 1995), Treviso (Nimis et al. 1996), regione Friuli-Venezia Giulia (Nimis et al. 1999), Gorizia (Nimis et al. 2001), Trieste (Miani et al. 2003, Skert et al. 2005) ecc. Per uno stato dell'arte relativo all'Italia completo ed aggiornato al 1998 si veda Piervittori (1999) e Loppi (1999).

1.5 Licheni come bioindicatori

I licheni, in particolare quelli epifiti, sono in grado di fornire informazioni sull'inquinamento atmosferico in quanto il loro metabolismo dipende essenzialmente dall'atmosfera.

Le principali caratteristiche che fanno dei licheni degli ottimi bioindicatori ambientali sono:

1. *Elevata capacità di assorbimento e di accumulo di sostanze prelevate dall'atmosfera.* A causa della mancanza di un apparato radicale il metabolismo del lichene dipende dalle deposizioni secche ed umide dell'atmosfera; a causa della mancanza di aperture stomatiche e di cuticola, i licheni attuano gli scambi gassosi attraverso tutta la loro superficie, assorbendo gli elementi nutritivi e i contaminanti atmosferici sotto forma gassosa, in soluzione e associati al particolato. Queste caratteristiche spiegano perché i licheni siano tra i primi organismi a risentire della presenza di sostanze fitotossiche e riescano ad accumulare a livelli facilmente apprezzabili quei contaminanti atmosferici persistenti (metalli, radionuclidi, idrocarburi clorurati, fluoruri, ecc.) difficilmente misurabili in campioni di aria.

2. *Resistenza agli stress ambientali.* I licheni sono fotosinteticamente attivi solo in condizioni di idratazione, che dipende in massima parte dal tasso di umidità atmosferica, ma in situazioni di stress idrico essi rallentano le attività metaboliche per cui aumenta la loro resistenza ai contaminanti atmosferici. La resistenza a basse temperature permette un'attività continua, durante tutto l'anno; per questo i licheni

possono subire danni anche durante il periodo invernale, quando i livelli di inquinamento atmosferico sono generalmente più elevati (Farrar 1973).

3. *Impossibilità di liberarsi periodicamente delle parti vecchie o intossicate.* I licheni non hanno la possibilità di liberarsi delle sostanze contaminanti accumulate nel tallo tramite meccanismi di escrezione attiva, come avviene nelle piante superiori.

4. *Sensibilità diversa agli inquinanti.* Le singole specie licheniche presentano diversi gradi di tolleranza rispetto alle sostanze inquinanti. Talvolta i licheni possono contenere concentrazioni elevate di contaminanti senza mostrare danni fisiologici o morfologici; ciò è dovuto al fatto che molti contaminanti non sono tossici per i licheni o per particolari specie licheniche, oppure si trovano in forma particellata ed insolubile negli spazi intercellulari della medulla.

I principali tipi di risposta a situazioni di inquinamento si possono manifestare a tre livelli distinti:

a) *fisiologico*: una generale riduzione dell'attività della fotosintesi e respirazione cellulare è stata dimostrata, sulla base di esperimenti di fumigazione ed esposizione controllata, per anidride solforosa, ossidi di azoto, ozono, fluoruri, idrocarburi, nitrato di peracetile, piombo, cadmio, zinco. Studi ecologici condotti in campo e ricerche di laboratorio hanno dimostrato che l'anidride solforosa è il principale inquinante che interessa i licheni su larga scala. I processi più colpiti sono la fotosintesi, a causa di un danneggiamento della clorofilla delle cellule algali, la respirazione e il flusso dei nutrienti sotto forma di carboidrati tra l'alga e il fungo.

b) *morfologico*: alterazione del colore e della forma del tallo, con scolorimento, comparsa di macchie marroni e di zone necrotiche e distacco di parti del tallo dal substrato. Avvicinandosi alle sorgenti inquinanti si assiste ad un progressivo peggioramento delle condizioni di vitalità del lichene e a modificazioni dei talli.

c) *ecologico*: generale diminuzione della copertura di specie ed alterazione delle comunità licheniche. In zone fortemente antropizzate si registra spesso una modificazione della biodiversità delle comunità licheniche, legata alla diminuzione del numero di individui appartenenti a ciascuna specie e alla riduzione del numero totale di specie.

La biodiversità dei licheni epifiti è un eccellente indicatore dell'inquinamento prodotto da sostanze gassose fitotossiche, principalmente anidride solforosa ed ossidi di azoto (Hawksworth & Rose 1970; Ferry et al. 1973; Cislighi & Nimis 1997; Purvis 2000; van Dobben et al. 2001). I licheni rispondono con relativa velocità alla diminuzione della qualità dell'aria e possono ricolonizzare in pochi anni ambienti urbani e industriali qualora si verificano dei miglioramenti delle condizioni ambientali, come evidenziato in molte parti d'Europa (Rose & Hawksworth 1981, Seaward & Letrouit-Galinou 1991, Seaward 1996). I licheni sono anche sensibili ad altri tipi di

alterazione ambientale: tra questi, l'eutrofizzazione rappresenta uno degli esempi più conosciuti (van Dobben & De Bakker 1996).

L'utilizzo dei licheni come bioindicatori si basa sulle modificazioni delle comunità licheniche sui tronchi degli alberi indotte dalla presenza di sostanze gassose ed in particolare di anidride solforosa. Importanti passi avanti nello sviluppo di una metodica riproducibile sono stati avviati a partire dalla metà degli anni sessanta.

De Sloover (1964), De Sloover & Le Blanc (1968), Le Blanc & De Sloover (1970) hanno tentato di quantificare l'informazione fornita dai bioindicatori introducendo un indice per valutare il livello di inquinamento atmosferico, basato sul numero, la frequenza e la tolleranza delle specie licheniche presenti in una data area (I.A.P. o Index of Atmospheric Purity):

$$\text{I.A.P.} = (n/100) \sum Q_i * f_i$$

Dove n = numero di specie presenti nel rilievo; Q = fattore di tossitolleranza; f = frequenza della specie i-esima.

La tappa successiva è stata quella, raggiunta da un'equipe di studiosi svizzeri coordinati da K. Ammann (Herzig et al. 1987, Liebendorfer et al. 1988) di introdurre una modifica al criterio di calcolo dell'indice di I.A.P. (I.A.P. = $\sum f$), basandolo sulla semplice somma delle frequenze di tutte le specie ($\sum f$) presenti all'interno di un reticolo di rilevamento a dimensioni variabili composto di 10 unità, posizionato sul tronco di un certo numero di alberi della stessa specie, ad una determinata altezza dal suolo, in corrispondenza del punto di massima densità lichenica, indipendentemente dall'esposizione.

La metodologia svizzera è stata introdotta in Italia con alcuni adeguamenti e saggiata in un'area della provincia di Vicenza, Schio-Thiene-Breganze (Nimis et al. 1992). La principale modificazione consisteva nell'utilizzo di un reticolo a maglie di dimensioni fisse (30x50 cm), suddiviso in 10 rettangoli, che permetteva di considerare la misura delle frequenze licheniche come una vera e propria misura di biodiversità, inizialmente indicata come I.A.P. (Index of Atmospheric Purity), e successivamente come I.B.L. (Indice di Biodiversità Lichenica, v. Badin & Nimis 1996) per abbandonare il riferimento a non ben specificati livelli di "purezza dell'aria". Il protocollo sperimentale per la bioindicazione mediante questa metodica di rilevamento, comprensivo delle strategie da adottare nella scelta delle stazioni è stato proposto da Nimis (1999b) e sperimentato nel corso di diverse campagne di biomonitoraggio promosse dall'ANPA e da diverse ARPA, sia a scala comunale e provinciale sia a scala regionale.

I limiti applicativi e teorici di tale protocollo sono stati individuati nella soggettività insita in alcune fasi del metodo; in particolare i principali problemi sono la strategia di

campionamento adottata, la scelta dei forofiti da campionare e il posizionamento del reticolo sul tronco.

Nel corso di un incontro fra gli operatori del settore, svoltosi a Roma (novembre 2000), con lo scopo di formare un gruppo di lavoro per procedere alla stesura di un metodo di biomonitoraggio mediante licheni uniformato, è stato proposto un nuovo metodo di analisi della biodiversità lichenica, basato sull'utilizzo di un reticolo di campionamento costituito da quattro subunità da posizionare in corrispondenza dei punti cardinali (Asta et al. 2002). In questo modo viene superato il problema della soggettività nell'individuazione della massima densità lichenica, in corrispondenza della quale era posizionato il reticolo di campionamento secondo le linee guida ANPA (Nimis 1999b). In Italia la metodica di rilevamento è stata adottata dall'APAT e pubblicata nel manuale operativo "I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica" (ANPA 2001). Il manuale si differenzia dalle linee guida proposte da Asta per la strategia di campionamento delle stazioni, che nel nostro caso segue la procedura proposta da Ferretti (Ferretti et al. 2000).

1.6 I principi della metodica IBL (Indice di Biodiversità Lichenica)

Lo studio di bioindicazione si basa sulla valutazione della biodiversità lichenica, intesa come somma delle frequenze di tutte le specie licheniche presenti all'interno di un particolare reticolo di rilevamento posizionato sui tronchi degli alberi. Il valore di biodiversità lichenica così ottenuto viene interpretato in termini di alterazione ambientale, ovvero di deviazione da condizioni ritenute naturali.

La metodica di campionamento e di rilevamento qui descritta è quella ufficialmente adottata dall'APAT (ANPA, 2001).

1.7 Stazioni di campionamento

La localizzazione delle stazioni avviene attraverso un campionamento di tipo sistematico, seguendo la metodica ANPA (2001). Essa prevede la progettazione di reti locali in base alla Rete Nazionale di biomonitoraggio, costruita su una griglia geografica a maglie di 18 km di lato. Per studi che richiedono una maggiore densità di campionamento si utilizza un passo di griglia sottomultiplo di 18.

Il sistema di campionamento si basa su un insieme di stazioni di campionamento, ovvero celle territoriali definite UCP (Unità di Campionamento Primarie), centrate nei punti di intersezione della griglia geografica, e di UCS (Unità di Campionamento Secondarie), le quali costituiscono un sottocampione di ciascuna UCP. Le Unità di Campionamento Primarie sono porzioni di territorio quadrate, con lato lungo 1 km, all'interno delle quali, seguendo procedure standard, vanno individuate le UCS,

consistenti in aree circolari di 250 m di diametro disposte nei quadranti in cui è divisa l'UCP, come rappresentato in fig. 1. Gli alberi per il rilevamento della Biodiversità Lichenica in ciascuna UCP vengono selezionati all'interno delle UCS, in numero di 3 per ognuna delle 4 UCS più vicine al centro dell'UCP. Se in una UCS non si rinviene almeno un forofita rilevabile, questa viene sostituita con un'altra UCS nella sequenza indicata in fig. 1. Un esempio applicativo è riportato nell'ortofoto di Fig. 2.

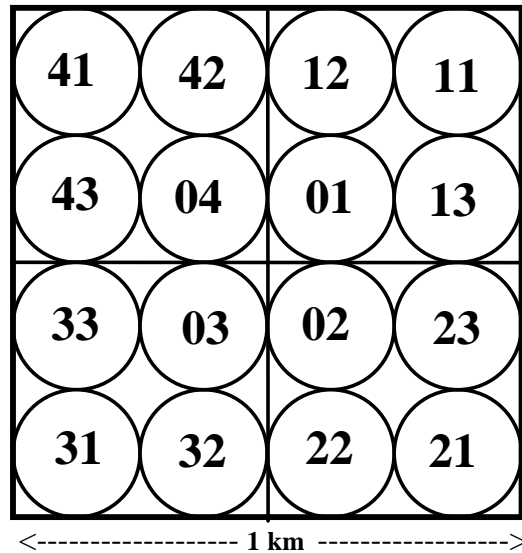


Fig. 1 UCS possibili in una UCP e schema di sostituzione

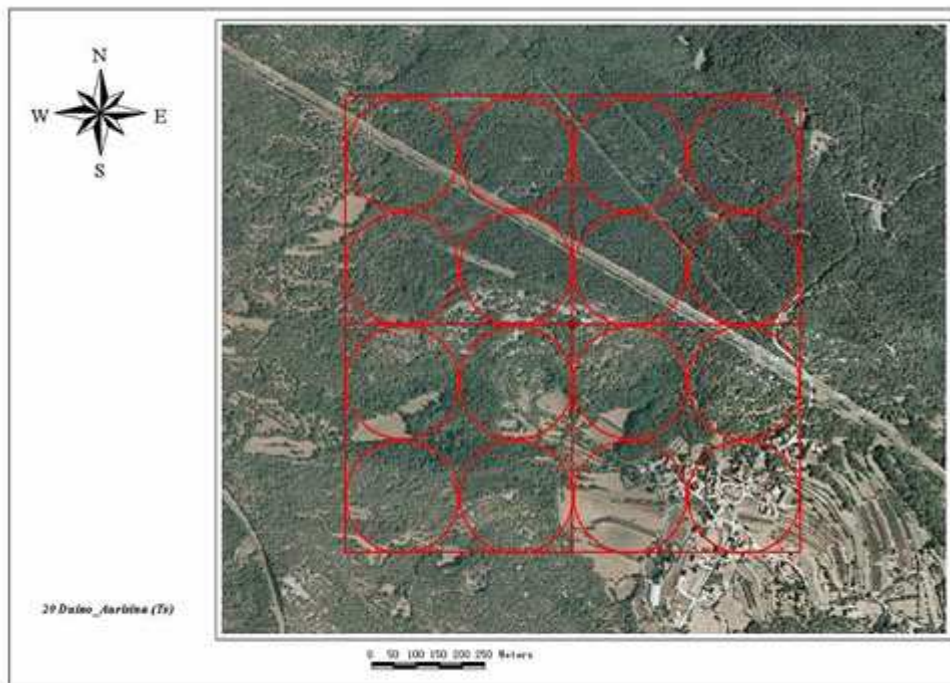


Fig. 2. Esempio di ortofoto con schema di UCP e possibili UCS di campionamento.

Per ogni UCP il rilevamento deve essere eseguito su un numero di alberi non inferiore a 3. Se una UCP non soddisfa tali condizioni, di cui un esempio è riportato nell'ortofoto di Fig. 3, viene a sua volta sostituita con una adiacente nell'ordine indicato in fig. 4. Non appena si incontrano le condizioni di rilevabilità, la cella può venire utilizzata come nuova UCP. Se ciò non risultasse possibile in nessuna cella, la cella territoriale risulterà non campionabile e non avrà nessuna attribuzione diretta di BL.

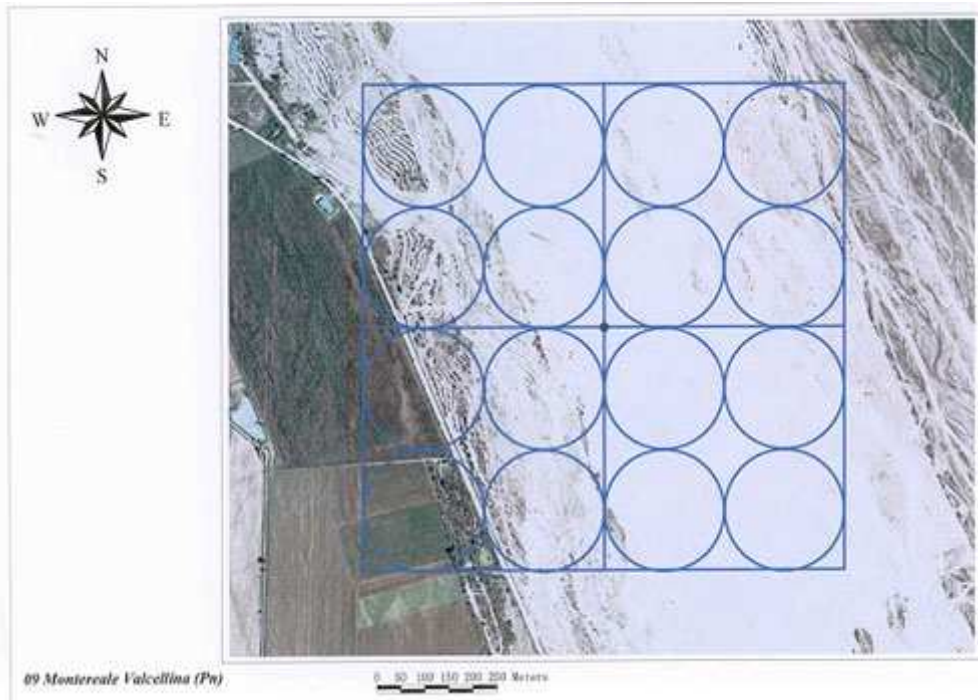


Fig. 3 Ortofoto con UCP potenzialmente non campionabile.

8	1	2
7	UCP 0	3
6	5	4

<----- 3 km ----->

Fig. 4 Schema di sostituzione di una UCP

Per ciascuna UCP viene redatta una scheda monografica, come da esempio di Fig. 5, che riporta:

- a) localizzazione della UCP su carta a 1:10.000;
- b) ortofoto;
- c) periodo di campionamento;
- d) dati stazionali: località, coordinate geografiche nel sistema UTM (fuso 32 Nord WGS 84), descrizione del sito.

Per ogni UCS rilevata all'interno della UCP una scheda monografica come da esempio di Fig. 6 che riporta:

- a) localizzazione di ogni UCS e forofiti rilevati su ortofoto 1:5000;
- b) data di campionamento;
- c) dati stazionali come al punto d) della UCP;
- d) coordinate geografiche e fotografia degli alberi rilevati;
- e) dati dei rilievi di BL effettuati: tipo di albero, circonferenza del tronco, esposizione, lista delle specie e loro frequenza, valori di BL dei rilievi, dei punti cardinali e della stazione.

1.8 Scelta degli alberi da campionare

Gli alberi prescelti per il rilevamento della biodiversità lichenica devono soddisfare i seguenti requisiti:

1. inclinazione dell'asse del tronco non superiore ai 10° rispetto alla normale al suolo, per eliminare variazioni microclimatiche ed eccessiva eutrofizzazione (accumulo di nutrienti) dovute a zone di scolo preferenziale dell'acqua;
2. circonferenza del tronco superiore a 60 cm, per evitare situazioni con flora lichenica pioniera, visto che alberi giovani possono presentare condizioni ecologiche diverse rispetto ad individui adulti;
3. assenza di fenomeni evidenti di disturbo quali verniciature, patologie della pianta, applicazioni di anticrittogamici, ecc.;
4. localizzazione degli alberi in posizioni aperte, evitando aree troppo ombreggiate: sono stati esclusi alberi all'interno di formazioni boschive chiuse, in cui la carenza di luce può determinare alterazioni delle comunità licheniche. Le aree forestali sono campionabili, escludendo però alberi in vegetazione boschiva chiusa, e scegliendo quelli siti in radure, margini di formazioni forestali, e margini di strade.

Considerati quali forofiti, gli alberi si ripartiscono in tre gruppi, distinti in primo luogo dal pH della scorza, ma anche da altri parametri (ritenzione idrica, durezza, tipo di scorza, ecc.), come segue.

Gruppo 1) pH neutro-basico: *Acer platanoides*, *Ceratonia siliqua*, *Ficus carica*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*, *Juglans spp.*, *Populus x canadensis*, *Sambucus nigra*, *Ulmus spp.*, ecc.

Gruppo 2) pH subacido: *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Olea europea*, *Quercus cerris*, *Quercus ilex*, *Quercus petraea*, *Quercus pubescens*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, ecc.

Gruppo 3) pH acido: *Betulla spp.*, tutte le conifere.

A fini di monitoraggio possono essere utilizzate solo specie dei gruppi 1) e 2), escludendo alberi con scorza facilmente esfoliabile (es. *Aesculus*, *Platanus*); si sconsiglia l'uso di *Sambucus* e *Robinia pseudoacacia*, con elevata capacità idrica della scorza, e di specie di *Celtis* e *Populus alba*, che mantengono a lungo una scorza liscia scarsamente colonizzabile da licheni; l'utilizzo di *Fagus* è permesso soltanto nella fascia montana e ai di fuori dei centri urbani.

Per ottenere risultati comparabili ed omogenei, preferibilmente va utilizzata una sola specie d'albero. Quando questo non sia possibile, si può ricorrere ad altre specie nell'ambito dello stesso gruppo. E' preferibile utilizzare alberi del gruppo 2, ed in particolare *Tilia*.

Unità Campionamento Principale TS 21

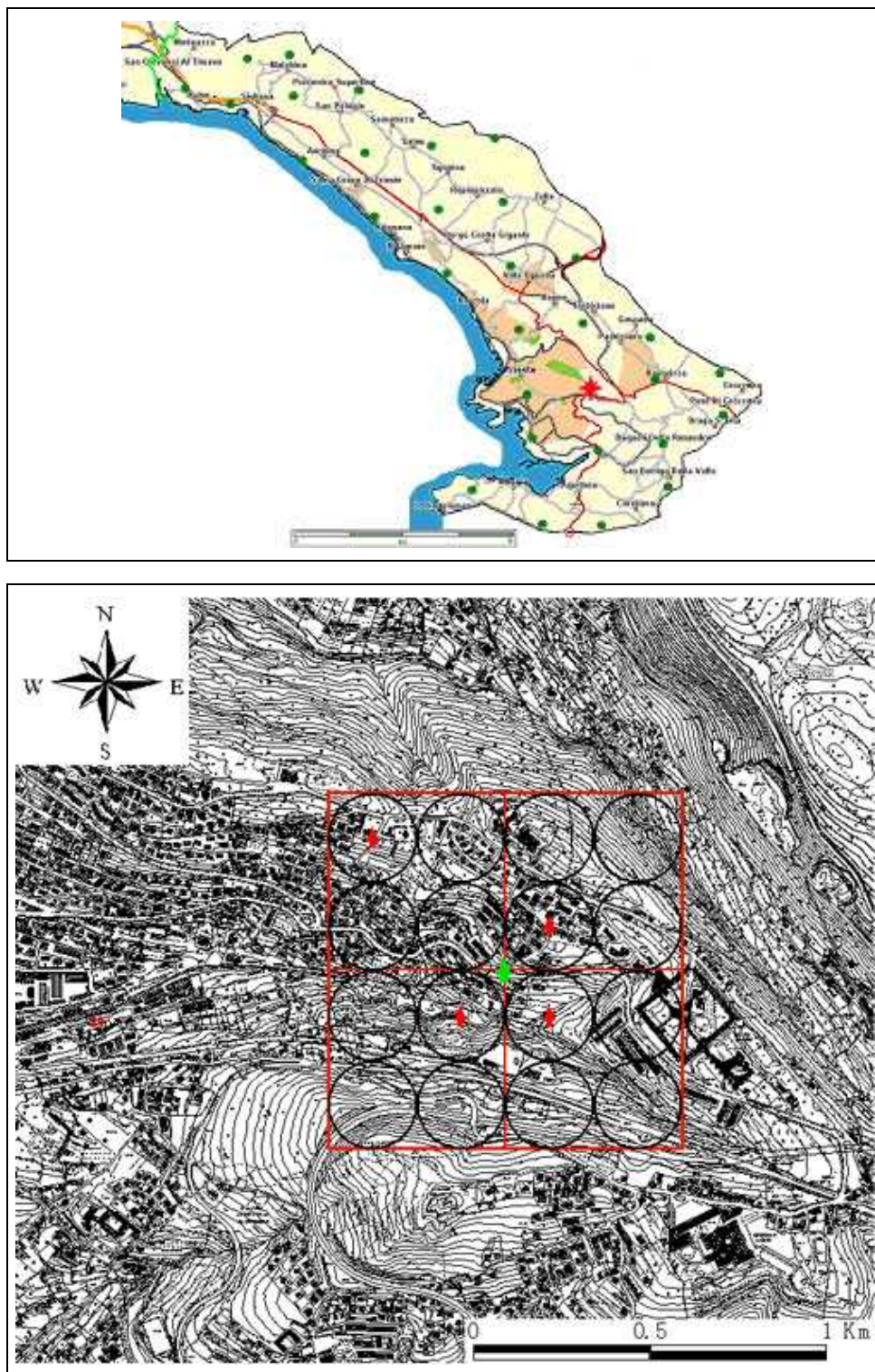


Fig. 5 Esempio di scheda descrittiva di UCP (continua)

UCP TS21

Centro UCP	WGS 84		UTM		Altitudine m s.l.m.
	13°49'06,8'' E	45° 38' N 26,5''	408000 E	5055000 N	180

Periodo di rilevamento : Febbraio 2005

Comune : Trieste

Località : Rozzol

Descrizione del sito:

Zona urbana periferica caratterizzata da tessuto urbano non fitto e relativamente ampie zone verdi a carattere boschivo. Arteria stradale di grande comunicazione nella porzione meridionale della UCP.



Fig. 5 (continua) Esempio di scheda descrittiva di UCP.




UCP TS21																	
UCS 01	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">WGS 84</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">13° 49' 12,5'' E</td> <td style="text-align: center;">45° 38' 30,6'' N</td> </tr> </table>	WGS 84		13° 49' 12,5'' E	45° 38' 30,6'' N												
WGS 84																	
13° 49' 12,5'' E	45° 38' 30,6'' N																
Data 03/02/2005																	
Comune: Trieste	Località: Rozzol																
Ubicazione: Via Castiglioni	Altitudine: 210 m s.l.m.																
<p>Descrizione del sito: Zona residenziale con aree verdi e traffico moderato.</p>																	
<p>Localizzazione degli alberi: I tigli sono situati all'interno di un giardino privato condominiale.</p>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2" style="text-align: center;">WGS 84</th> <th style="text-align: center;">Distanza dal centro UCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Albero 1: tiglio</td> <td style="text-align: center;">13°49'12.4'' E</td> <td style="text-align: center;">45°38'30.3'' N</td> <td style="text-align: center;">8 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Albero 2: tiglio</td> <td style="text-align: center;">13°49'12.5'' E</td> <td style="text-align: center;">45°38'29.5'' N</td> <td style="text-align: center;">32 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Albero 3: tiglio</td> <td style="text-align: center;">13°49'13.6'' E</td> <td style="text-align: center;">45°38'29.2'' N</td> <td style="text-align: center;">47 m</td> </tr> </tbody> </table>			WGS 84		Distanza dal centro UCS	Albero 1: tiglio	13°49'12.4'' E	45°38'30.3'' N	8 m	Albero 2: tiglio	13°49'12.5'' E	45°38'29.5'' N	32 m	Albero 3: tiglio	13°49'13.6'' E	45°38'29.2'' N	47 m
	WGS 84		Distanza dal centro UCS														
Albero 1: tiglio	13°49'12.4'' E	45°38'30.3'' N	8 m														
Albero 2: tiglio	13°49'12.5'' E	45°38'29.5'' N	32 m														
Albero 3: tiglio	13°49'13.6'' E	45°38'29.2'' N	47 m														
N°1	N°2	N°3															
																	

Fig. 6 Esempio di scheda descrittiva di UCS

1.9 Metodica di rilevamento

Il rilevamento delle comunità licheniche di ogni albero viene effettuato utilizzando un reticolo di campionamento costituito da quattro elementi rettangolari, ciascuno formato da una serie lineare di cinque quadrati di 10x10 cm, che sono disposti verticalmente sul tronco in corrispondenza dei quattro punti cardinali (figura 7). La parte inferiore di ciascun elemento è disposta ad un metro dalla superficie del suolo. Una rotazione di 20° in senso orario è ammessa per poter eliminare eventuali parti del tronco non idonee ad essere campionate.

Nel posizionare i quattro elementi della griglia vanno evitate, anche se con forte copertura lichenica:

- parti del tronco danneggiate o decorticate;
- parti con presenza di evidenti nodosità;
- parti corrispondenti a fasce di scolo con periodico scorrimento di acqua piovana;
- parti con copertura di briofite superiore al 25%.

Vengono annotate tutte le specie licheniche (inclusi i licheni crostosi sterili) presenti all'interno di ciascuna unità di rilevamento e la loro frequenza, calcolata come numero di quadrati in cui ogni specie è presente; i valori di frequenza di ciascuna specie variano quindi tra 0 e 5. In Fig. 8 si riporta un esempio di scheda di rilevamento di una UCS, in Fig. 9 un esempio di risultati sintetici di una UCP.

Il valore di Biodiversità Lichenica (BL) della UCP viene così calcolato:

1. sommare le frequenze delle specie rilevate nei 4 elementi di campionamento posti su ciascun albero della stazione (BL rilievo);
2. calcolare la media dei valori di BL rilevati nello stesso punto cardinale in tutti i forofiti della stazione, ottenendo i valori di BL dei 4 punti cardinali;
3. sommare i 4 valori di BL dei punti cardinali, ottenendo il valore di BL dell'UCP.

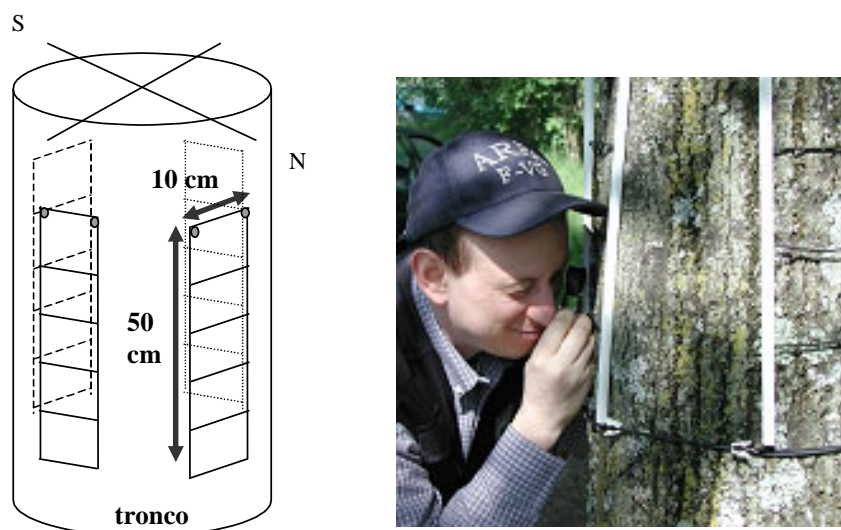


Fig. 7 Caratteristiche del reticolo ed esempio di rilevamento

UCP TS 21					UCS 41								
Albero	Tilia				Tilia				Tilia				
Rilievo	1				2				3				
Circonferenza (cm)	148				107				99				
Esposizione	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	
Amandinea punctata									2				
Candelaria concolor	5	2	1	4		4	5	1	3		2	2	
Candelariella reflexa				1	4		1		1				
Candelariella xanthostigma	1			1			4	1		1	5	2	
Hyperphyscia adglutinata	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Lecidella elaeochroma	2					1			1				
Parmelina tiliacea					1								
Phaeophyscia orbicularis	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		5	
Physcia adscendens							1		1	2		1	
Physcia biziana								1					
Punctelia subrudecta						1	1					1	
Xanthoria parietina				1		2							
Somma delle frequenze	18	12	11	17	15	18	22	13	18	13	12	16	
BL albero	58				68				59				
BL UCS	61,7												

Fig. 8 Esempio di Scheda di rilevamento della UCS

UCP TS 21 SINTESI DEI RISULTATI

Specie	Somma frequenze	%
Hyperphyscia adglutinata	172	71,7
Phaeophyscia orbicularis	66	27,5
Candelaria concolor	56	23,3
Physcia adscendens	42	17,5
Physcia biziana	35	14,6
Candelariella reflexa	25	10,4
Candelariella xanthostigma	20	8,3
Physcia tenella	14	5,8
Lecidella elaeochroma	10	4,2
Amandinea punctata	7	2,9
Punctelia subrudecta	7	2,9
Melanelia subaurifera	5	2,1
Parmelina tiliacea	5	2,1
Xanthoria parietina	4	1,7
Flavoparmelia caperata	3	1,3
Lecanora strobilina	2	0,8
Lepraria sp	2	0,8
Physcia aipolia	1	0,4

UCS	BL	n. alberi
UCS 01	45,7	3
UCS 02	26,3	3
UCS 03	6,3	3
UCS 41	61,7	3

BL UCP per esposizione	
N	13,9
E	8,1
S	8,2
W	9,5

UCP	BL	n. alberi
	39,7	12

Fig. 9 Esempio di Scheda di rilevamento sintetica di UCP

2. I LICHENI

2.1 Natura dei licheni

I licheni, considerati fino alla metà del secolo scorso come organismi autonomi, sono in realtà organismi simbiotici composti da un fungo ascomicete (*micobionte*) e da un'alga verde o da cianobatteri (*fotobionte*). In Fig. 10 si propone un esempio di glomerulo di ifa e alga da cui si sviluppa un lichene. La simbiosi cambia radicalmente il metabolismo dei due organismi, inducendo la produzione di sostanze nuove che né il fungo né l'alga sarebbero capaci di sintetizzare vivendo separatamente. Il vantaggio della simbiosi consiste per il fungo nel ricavare sostanze organiche prodotte dalla fotosintesi dell'alga, mentre quest'ultima, grazie alla protezione del fungo che l'avvolge, riesce ad insediarsi su substrati poveri d'acqua che non ne avrebbero consentito lo sviluppo.

2.2 Ecologia dei licheni

I licheni sono in grado di insediarsi su diversi substrati: sulle rocce, sulle cortecce degli alberi, sul terreno, sulle foglie. Le diverse specie presentano specifici intervalli di tolleranza per la luminosità, acidità e umidità del substrato. I licheni sono gli ultimi rappresentanti della vita vegetale nelle regioni polari, e la resistenza ai climi più estremi, dalle bassissime temperature polari alle insolazioni prolungate delle rocce alpine, all'estrema siccità, agli sbalzi termici del deserto, è possibile esclusivamente al consorzio lichenico: il fungo o l'alga, separatamente, in tali condizioni non sarebbero in grado di sopravvivere. La loro resistenza è da ricondurre alla capacità di passare da uno stato di vita metabolicamente attiva ad una di quiescenza per effetto della disidratazione, fenomeno favorito dalla mancanza di uno strato cuticolare, comune alle piante superiori, che permetta loro di difendersi da stress idrici. Le specie licheniche sono in grado di vivere in uno stato di quiescenza anche per parecchi mesi, sino a quando non si ripresentano condizioni ambientali favorevoli alla ripresa della normale attività metabolica. La loro adattabilità agli ambienti più disparati è data anche dalla loro capacità esclusiva di produrre centinaia di molecole biologicamente attive (antimicotiche, antibiotiche, anti-UV, antifeedant, anticongelanti, antiossidanti ecc), sostanze che separatamente i simbionti non sintetizzerebbero (Cocchietto et al., 2001). Una



Fig. 10. Glomerulo formato da un'alga unicellulare e da ife fungine

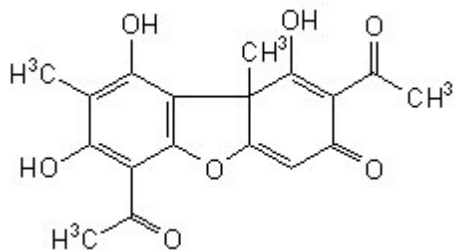


Fig. 11. Formula chimica dell'acido usnico, una delle centinaia di molecole biologicamente attive prodotte esclusivamente dalla simbiosi lichenica.

molecola particolarmente rappresentativa tra quelle sintetizzate dal consorzio lichenico è rappresentata in Fig. 11.

2.3 Struttura dei licheni

I micobionti sono quasi esclusivamente funghi Ascomiceti, assai raramente Basidiomiceti, mentre si conoscono molti generi di alghe e cianobatteri, di cui due terzi alghe verdi, che costituiscono il fotobionte.

Le alghe verdi (*Chlorophyceae*) unicellulari nella maggior parte dei casi, raramente pluricellulari e filamentose, si distinguono per il colore verde chiaro (nella maggioranza dei casi), oppure aranciato (nel genere *Trentepohlia*). Nella simbiosi assumono un aspetto molto differente da quelle che vivono isolatamente.

I cianobatteri, che possono appartenere a diversi generi delle *Chroococcales* ed *Hormogonales* di cui i più importanti sono *Nostoc* e *Gloeocapsa*, conferiscono solitamente al tallo lichenico un colore molto scuro. Tali licheni sono in grado di vivere in ambienti assai poveri di nutrienti, grazie alla capacità dei cianobatteri di utilizzare direttamente l'azoto atmosferico.

2.3.1 Anatomia del tallo

In un tallo completamente sviluppato, in sezione trasversale si osservano le seguenti organizzazioni interne:

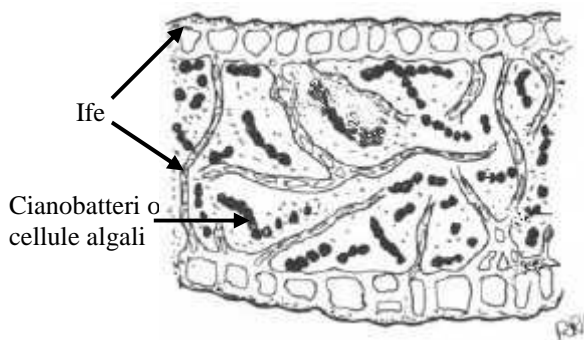


Fig. 12. Tallo omeomero in sezione trasversale

Tallo omeomero: è caratteristico delle specie più primitive, in particolare quando il fotobionte è un cianobatterio. Il tallo è costituito da ife e cellule algali che formano un intreccio omogeneo ed indifferenziato (Fig. 12). Il colore del tallo è nero-bluastro, la consistenza è gelatinosa da umido, da secco è generalmente rigido e può essere fragile o duro.

maggior parte dei licheni, in cui alghe ed ife si organizzano in differenti strati (Fig. 13): il cortex superiore, costituito da ife agglutinate sulla cui superficie si ritrovano strutture riproduttive e vegetative che vanno a formare la parte superiore del lichene; uno strato algale, costituito da ife lasse in cui si addensano le cellule algali; una medulla di ife lasse che facilita gli scambi gassosi; un cortex inferiore che può anche essere assente.

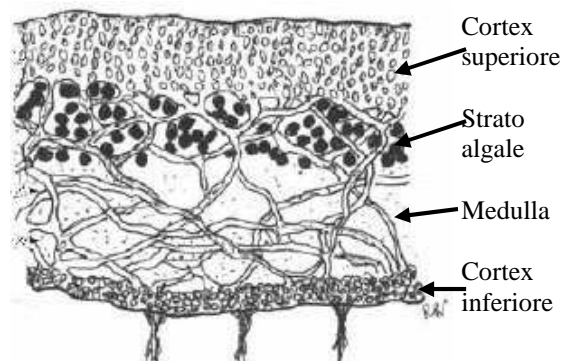


Fig. 13. Tallo eteromero in sezione trasversale

2.3.2. Le forme di crescita dei licheni

Morfologicamente, i licheni vengono distinti in cinque principali forme di crescita:

Licheni crostosi (Fig. 14): il tallo è strettamente aderente al substrato, privo di cortex inferiore e rizine, e può essere immerso nel substrato (licheni *endolitici* se questo è



Fig. 14. Licheni crostosi: a) *Lecanora chlorotera*, b) *Lecidella elaeochroma*, c) *Caloplaca ferruginea*

costituito da roccia, *endoflodeici* se è costituito da scorza d'albero). I talli possono essere *continui*, *areolati* (suddivisi in areole piatte), *verrucosi* (areole convesse), *peltati* (areole con margini ascendenti attaccate per un punto centrale), *leprosi* (massa indifferenziata di ife ed alghe di aspetto pulverulento), *placodiomorfi* (lobati marginalmente).

Licheni foliosi (fig. 15): il tallo è costituito da lobi più o meno appiattiti a struttura dorsiventrale (superficie inferiore differente dalla superiore), disposti parallelamente al substrato (talvolta ascendenti al margine ed all'apice dei lobi. Le dimensioni dei lobi variano da pochi mm ad alcuni centimetri; essi aderiscono al substrato per mezzo di **rizine** (strutture di ancoraggio al substrato), e sono facilmente asportabili. Quando il tallo è legato al substrato solo da una porzione centrale, il lichene è definito umbilicato.



Fig. 15. Licheni foliosi: a) *Xanthoria parietina*, b) *Hypogymnia physodes*, c) *Pleurosticta acetabulum*

Licheni fruticosi (fig. 16): il tallo è costituito da lobi o *lacinie* (ramificazioni) attaccati al substrato per la porzione basale. Possono essere eretti o prostrati, a sezione appiattita, dorsoventrale, oppure circolare. In alcuni generi esiste un tallo primario crostoso o squamuloso da cui si dipartono delle strutture suberette, di forma variabile (bastoncello, trombetta, cespuglietto ecc.) dette *podezi*. Essi si originano dal tessuto generativo dell'apotecio e sono parte del corpo fruttifero, anche se spesso il tallo

primario scompare ed il podezio rappresenta tutto il tallo del lichene. Strutture analoghe sono i *pseudopodezi*, che però originano direttamente dal tallo primario, non dal tessuto degenerativo degli apoteci



Fig. 16. Licheni fruticosi: a) *Pseudevernia furfuracea*, b) *Usnea barbata*, c) *Ramalina fastigiata*

Licheni gelatinosi (Fig. 17): Questa categoria si basa più sulla consistenza del tallo da umido e sulla sua struttura anatomica che sulla forma di crescita: i licheni gelatinosi possono infatti rientrare nelle categorie precedenti, ma il tallo è omeomero, costituito prevalentemente da cianobatteri, nero o grigio bluastrò, rigido e duro, oppure di consistenza papiracea da secco, gelatinosa e semitrasparente da umido. Non tutti i licheni con cianobatteri rientrano in questa categoria, come i generi *Nephroma*, *Peltigera*, *Pannaria*, ecc. che presentano tallo eteromero, mai gelatinoso e semitrasparente da umido.



Fig. 17. Licheni gelatinosi: *Collema subflaccidum*

Licheni squamulosi (fig. 18): il tallo è costituito da squamule ascendenti o suberette, o di verruche fortemente convesse raggruppate in cuscinetti (talli bullati). Tali squamulosi sono caratteristici di molti licheni epigei; squamuloso è anche il tallo primario del genere *Cladonia*.

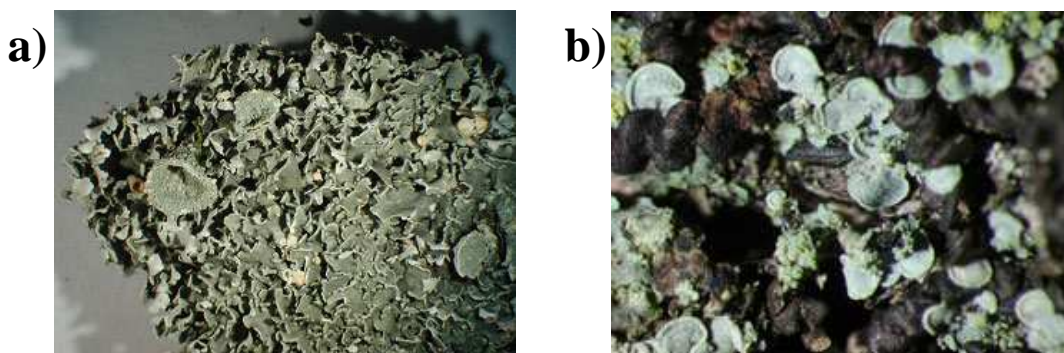


Fig. 18. Licheni squamulosi: a) *Cladonia pyxidata*, b) *Normandina pulchella*

2.3.3. Strutture superficiali non riproduttive

Cefalodi: strutture contenenti cianobatteri su un tallo il cui simbionte normale è un'alga verde. Hanno spesso un aspetto verrucoso e globoso, di colore scuro e sono siti alla superficie del tallo, o più raramente al suo interno.

Cifelle e pseudocifelle (Fig. 19): le cifelle, perforazioni del cortex delimitate da un bordo regolare, sono praticamente assenti nei licheni italiani. Le pseudocifelle sono perforazioni del cortex superiore o inferiore, e rivestono grande importanza nella determinazione: sono in genere di colore chiaro, e possono essere puntiformi, lineari o reticolate. La loro funzione è di favorire gli scambi gassosi tra lichene e atmosfera.

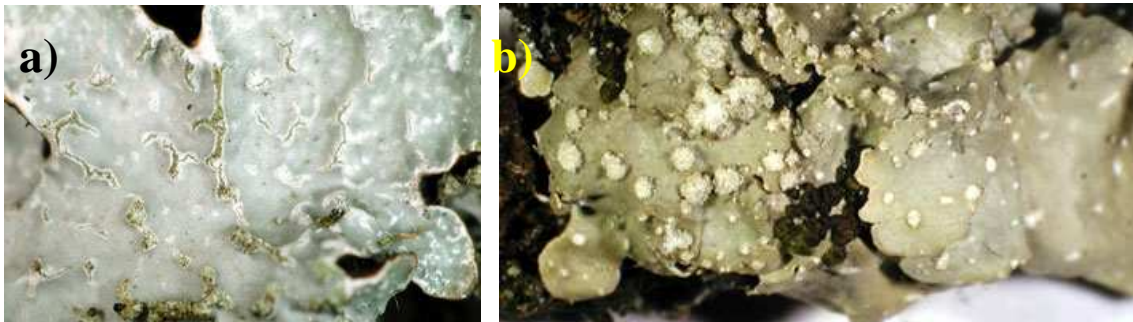


Fig. 19. Pseudocifelle: a) reticolate di *Parmelia sulcata*, b) circolari di *Punctelia subrudecta*

Cilia (Fig. 20): strutture simili a rizine nere, poste ai margini dei lobi e lungo il bordo delle lacinie.

Fibrille: corte ramificazioni che si sviluppano al margine del tallo, o lungo il bordo dei corpi fruttiferi.

Peli (Fig. 21): formazioni molto sottili, composte da una singola ifa, presenti talvolta sulla faccia superiore od inferiore del tallo. Addensati, vanno a formare un *tomento*, dall'aspetto di velluto od aracnoide, presente soprattutto nei licheni foliosi.



Fig. 20. Ciglia di *Physcia adscendens*



Fig. 21. Peli di *Melanelia glabra*

Pruina (Fig. 22): depositi cristallini o di altra natura sulla faccia superiore del tallo, dal colore biancastro che spesso maschera il colore del tallo e dei corpi fruttiferi.



Fig. 22 Pruina su apotecii di *Lecanora carpinea*

Rizine (fig. 23): strutture disposte sulla faccia inferiore del tallo, che servono ad ancorare il lichene al substrato. Assumono un importante carattere diagnostico dato che variano di colore, consistenza e forma. Si distinguono rizine semplici o ramificate in maniera più o meno complessa.

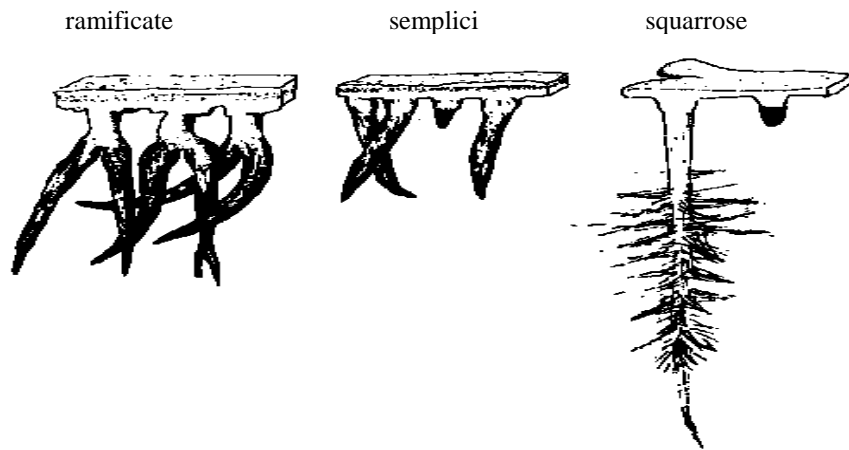


Fig. 23. Vari tipi di rizine (da Krog et al., 1980)

2.3.4. Strutture superficiali deputate alla riproduzione

Alcuni licheni sono in grado di riprodursi sia per via vegetativa che sessuata, ma la maggior parte delle specie si è specializzata in uno solo dei due tipi di riproduzione. Nel consorzio lichenico, la presenza dell'alga non influenza il processo riproduttivo del partner fungino, mentre l'alga perde la facoltà di produrre zoospore moltiplicandosi solo per via vegetativa.

4.2.4.1. Moltiplicazione vegetativa

La moltiplicazione vegetativa avviene sia tramite frammentazione del tallo, sia mediante propaguli specifici contenenti sia il fungo che l'alga. I principali tipi di propaguli sono:

soredi (Fig. 24): piccoli propaguli formati da ife e alghe, privi di strato corticale. I soredi originano o a livello dello strato algale, che subisce una polverizzazione in gruppi di gonidi avvolti da ife, o nella medulla, successivamente alla migrazione delle alghe dallo strato algale. I glomeruli formati in questa sede eromperanno più tardi dallo strato corticale. I soredi hanno in genere aspetto polverulento (soredi farinosi) o granuloso (soredi granulosi), e non sono mai corticati. Quando determinate porzioni del tallo sono deputate alla produzione di soredi, esse prendono il nome di **sorali**. I sorali possono assumere le seguenti forme: *capitifirmi* (a capocchia su lobi ascendenti), *maculiformi* (a forma circolare), *lineari* (di forma allungata, spesso ai margini dei lobi o lungo pseudocifelle lineari), *labriformi* (sulla faccia inferiore di lobi sollevati), a *cappuccio* (all'interno del lobo che si lacera e diviene convesso all'apice).

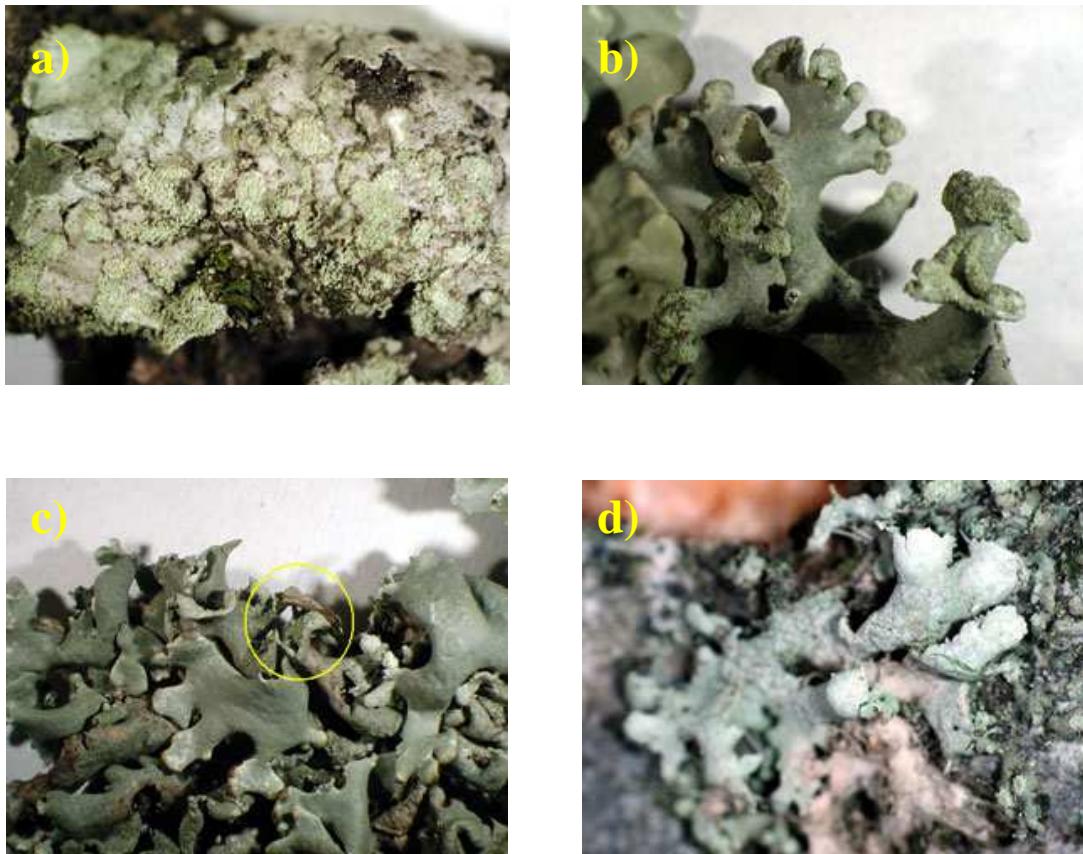


Fig. 24. Sorali maculiformi di *Phaeophyscia orbicularis* (a), capitiformi di *Hypogimnia tubulosa* (b), labriformi di *Hypogimnia physodes* (c), a cappuccio di *Physcia adscendens* (d)

isidi (Fig. 25): estroflessioni talline costituite dal cortex superiore e dallo strato algale, che si frammentano alla base. Possono assumere diverse forme: ovali, digitiformi, coralloidi, clavati, appiattiti. Al contrario dei soredi, gli isidi sono sempre corticati.



Fig. 25. Isidi: a) semplici di *Pseudevernia furfuracea* b) coralloidi di *Melanelia glabratula*, clavati di *Melanelia exasperatula*

2.3.4.2. Riproduzione sessuata

La riproduzione sessuata viene svolta dal fungo tramite la produzione e la dispersione di spore, contenute in strutture sacciformi dette **aschi**. Gli aschi (Fig. 26), frammisti ad ife sterili (**parafisi**), formano lo strato fertile (**imenio**), e contengono un numero di spore variabile da una a diverse centinaia, seppur generalmente siano otto. Le spore sono un importante carattere sistematico: possono essere ialine o colorate, unicellulari o pluricellulari, diritte o ricurve, tutti caratteri essenziali per la determinazione dei licheni crostosi. Le spore, una volta disperse dal vento, dall'acqua o da altri fattori, daranno vita a talli lichenici qualora trovino un'alga "adatta" già al momento della loro germinazione. In alcuni casi già all'interno dei corpi fruttiferi cellule algali si associano alle spore, favorendo quindi la formazione di nuovi talli lichenici.

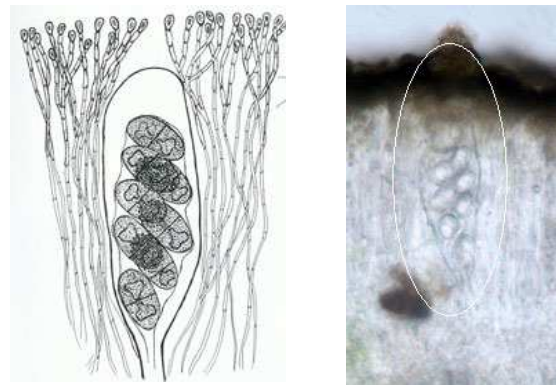


Fig. 26: aschi in sezione trasversale contenenti spore

I licheni, giunti a maturità, producono sul tallo dei piccoli organi riproduttivi di cui i fondamentali sono il peritecio e l'apotecio:

Peritecio: è a forma di fiasco (fig. 27), più o meno affossato nel tallo, al cui interno vi sono parafisi ed aschi, apertesi per un poro apicale (**ostiolo**). I periteci appaiono come piccoli punti sulla faccia superiore del tallo e non vanno confusi con i picnidi (v. oltre).

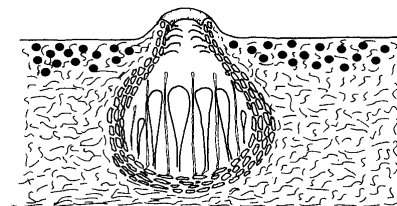


Fig. 27. Sezione di peritecio

Apotecio: è variamente colorato e ha forma di disco

piatto, concavo o convesso; gli apoteci possono essere sessili, pedunculati o portati su strutture erette come i podezi. Nell'apotecio si distinguono un **disco** (formato dall'imenio) ed un **margin**e. Il margine può essere di colore diverso dal disco e contenere alghe (apotecio **lecanorino**, fig. 28), oppure di colore simile al disco e a)privo di alghe (apotecio **lecideino**, fig. 29). In sezione, nell'apotecio si distinguono le seguenti strutture anatomiche (dall'alto in basso):



Fig. 28 Apotecio lecanorino in sezione trasversale (a,b) ed in visione planare (c)

- **Epiimenio**: sottile strato che comprende la parte apicale delle parafisi, spesso colorata.
- **Imenio**: strato contenente gli aschi. Nella maggioranza dei casi è incolore.
- **Ipotecio**: strato sottostante l'imenio; è ben distinguibile soprattutto quando è di colore diverso dall'imenio.

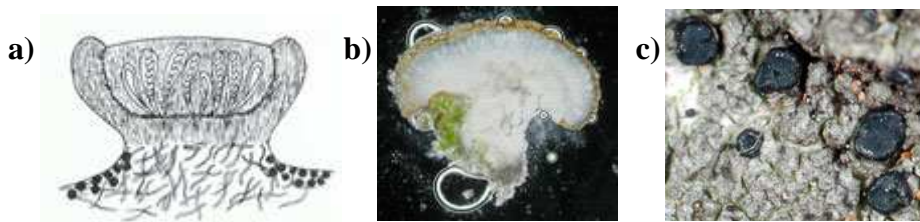


Fig. 29 Apotecio lecideino in sezione trasversale (a,b) ed in visione planare (c)

I **picnidi** sono organi apparentemente simili a piccoli periteci: hanno struttura a fiasco, o a sfera, ed all'interno vi sono delle ife che all'apice liberano i **conidi**, simili a piccole spore. I picnidi sono o immersi nel tallo oppure sollevati su verruche o estroflessioni digitiformi o spinulose.

3. DETERMINAZIONE DELLE SPECIE LICHENICHE

3.1 Generalità

I caratteri principali per la determinazione dei licheni sono la forma di crescita, i diversi tipi di organi riproduttivi, la forma e dimensione delle spore, e le strutture presenti sulla superficie del tallo. Altri caratteri utili sono i risultati di semplici test chimici (v. oltre) e il colore del tallo allo stato secco. Il carattere “colore del tallo” è piuttosto critico per un principiante, perché i licheni raramente hanno colori puri. Nelle pagine successive vengono riportate delle chiavi dicotomiche per l'identificazione delle specie epifite più frequenti in aree antropizzate. Le chiavi vanno considerate soltanto come un primo ausilio per i laboratori: esse possono portare a grossolani errori qualora vengano usate per la determinazione di materiale raccolto in aree naturali, soprattutto se dalla fascia montana. La corretta determinazione di specie appartenenti a gruppi critici (ad esempio il gruppo di *Lecanora chlarotera*) può avvenire soltanto sulla base di opere più approfondite ed esaustive. Per i macrolicheni è possibile utilizzare la chiave in Italiano di Nimis (1987). Per i licheni crostosi sono disponibili, in Italiano, le chiavi dei generi *Lecanora* (Nimis & Bolognini 1993) e *Caloplaca* (Nimis, 1992). Ottime chiavi utilizzabili anche per i licheni italiani sono quelle di Wirth (1995) in Tedesco, Purvis et al. (1992) in Inglese, e Clauzade & Roux (1985) in Esperanto. La nomenclatura segue Nimis & Martellos (2005). La chiave e il glossario qui riportati sono tratti dal manuale ANPA “I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica” (2001). La chiave è generica per l'Italia, include specie anche non presenti nella provincia di Trieste ed è stata aggiornata nella nomenclatura. I licheni descritti nelle schede iconografiche sono evidenziati con sfondo verde.

3.2 Test chimici

I test chimici si basano sulle reazioni che avvengono tra alcune sostanze licheniche e specifici reagenti, in genere indicati con una lettera: P (parafenilendiamina), J (soluzione iodo-iodurata), K (soluzione satura di idrossido di potassio), C (soluzione diluita di ipoclorito di sodio). Nelle chiavi seguenti si farà uso soltanto di K e di C. Applicando una goccia di reagente al tallo (o alla medulla) mediante la punta di un ago, di una micropipetta o di un pennino, si osservano eventuali cambiamenti di colore. Nelle chiavi si indicano con un “+” le reazioni che comportano un cambiamento di colore (ad esempio “K+ giallo” significa che la goccia di soluzione di idrossido di potassio diventa gialla). Bisogna fare attenzione a non eccedere con il reagente per osservare bene la reazione, che talvolta è molto effimera, soprattutto nel caso del C. Spesso gli acidi lichenici si accumulano nella parte medullare del lichene; in questo caso è necessario mettere a nudo la medulla con una lametta asportando il cortex, e cercando di eliminarlo completamente per evitare che la reazione della medulla venga mascherata da quella corticale. Talvolta nei licheni foliosi può essere preferibile compiere questa operazione sulla faccia inferiore del lichene, in quanto gli eventuali pigmenti neri presenti non sono reattivi.

3.3 Glossario

Apotecio:

Corpo fruttifero del fungo, a forma di disco, al cui interno sono presenti ife fertili (aschi) che formano le spore ed ife sterili (parafisi).

Asco:

Ifa fertile contenuta nei corpi fruttiferi (apotemi e periteci), al cui interno si formano, per meiosi, le spore.

Capitiforme:

Soralio fortemente convesso sviluppato all'estremità di un lobo ascendente.

Cefalodio:

Struttura ad organizzazione omeomera contenente alghe azzurre che si sviluppa da un tallo eteromero ad alghe verdi; può assumere diverse forme

Ciglio:

Struttura che si sviluppa sui margini dei lobi, di aspetto filiforme, formata da ife agglutinate

Cortex:

Strato superiore o inferiore del tallo lichenico, formato da ife agglutinate

Coralloide:

Struttura a sezione più o meno circolare, fortemente ramificata

Disco:

Superficie dell'apotecio a sezione circolare, delimitata dal margine

Endolitico:

Tallo infossato nella roccia, per cui la sua presenza è rilevata soltanto dai corpi fruttiferi

Epiimenio:

Vedi: epitecio

Eteromero:

Tipo di tallo organizzato in strati, anatomicamente diversi: cortex superiore (ife fungine agglutinate, spesso pigmentate), strato gonidiale (algale), medulla (ife fungine lasse), cortex inferiore (ife fungine agglutinate)

Fotobionte:

Alga in simbiosi con il fungo.

Imenio:

Parte dell'apotecio in cui sono disposti gli aschi e le parafisi

Ipotecio:

Parte sottostante l'imenio, spesso pigmentata

Isidio:

Struttura per la propagazione vegetativa, formata da una estroflessione del cortex superiore contenente alghe. La forma degli isidi può essere semplice (a cilindro con base più o meno larga), coralloide, squamulosa

Labriforme:

Soralio che si forma sulla parte inferiore di un lobo o di una lacinia assumendo la forma di un labbro

Lacinia:

Parte del tallo di un lichene fruticoso fortemente suddiviso in lobi piatti

Lecanorino:

Apotecio in cui sono presenti alghe nella sua parte laterale, di origine tallina (margine tallino), per cui il bordo ha la stessa tonalità di colore del tallo, e spesso colore diverso dal disco

Lecideino:

Apotecio in cui non sono presenti alghe nella sua parte laterale (margine proprio), che è formata da ife che si sviluppano dal primordio dell'apotecio, per cui il bordo ha colore diverso da quello del tallo, e simile a quello del disco

Leproso:

Tallo ridotto ad una massa soredioso-pulverulenta, idrorepellente, non corticato

Lobo:

Parte del tallo dei licheni foliosi o di quelli crostosi placodiomorfi, allungata radialmente

Medulla:

Strato del tallo eteromero formato dall'intreccio più o meno lasso di ife fungine

Muriforme:

Spora pluricellulare con setti disposti secondo piani diversi, longitudinali o trasversali, per cui la spora assume l'aspetto di un muro di mattoni

Omeomero:

Tipo di tallo lichenico in cui non si nota una organizzazione in strati, poiché le cellule algali sono disperse tra le ife per tutto lo spessore del tallo

Parafisi:

Ife sterili di protezione che si frappongono agli aschi

Peritecio:

Corpo fruttifero racchiuso da una struttura subsferica o piriforme, che si apre all'esterno attraverso un piccolo poro (ostiolo)

Picnidio:

Struttura a forma di fiaschetto o subsferica, infossata nel tallo, al cui interno le ife si frammentano dando origine alle picnidiospore

Picnidiospora:

Spora che si forma per semplice frammentazione di ife asessuate, all'interno di strutture specializzate (picnidi)

Placodiomorfo:

Tallo crostoso lobato ai margini, a forma di rosetta più o meno regolare

Podezio:

Struttura tridimensionale tipica delle Cladionaceae, a forma di trombetta, cilindretto o cespuglietto che si forma per proliferazione di un primordio di apotecio a partire da un tallo primario crostoso o squamuloso

Polardiblastica:

Spora bicellulare divisa da un setto attraversato da un canale citoplasmatico più o meno largo, che mette in comunicazione le due cellule, situate ai poli opposti della spora.

Pruina:

Deposito di sostanze cristalline sulla superficie del cortex superiore, che assume un aspetto farinoso

Pseudocifella:

Lacerazione del cortex superiore attraverso cui sporge la medulla. Le pseudocifelle appaiono come una rete di linee o come una serie di punteggiature più chiare sulla

faccia superiore od inferiore del lichene. A volte dalle pseudocifelle iniziano a formarsi i soreli

Rizina:

Struttura di ancoraggio al substrato dei licheni foliosi, formata da ife agglutinate, di forma molto diversa (semplice, ramificata, a pennello, squarrosa) che si sviluppa dal cortex inferiore

Soralio:

Insieme di più soreli che si sviluppano dalla stessa porzione di tallo

Soredio:

Struttura per la propagazione vegetativa, formata da un batuffolo di ife lasse, di origine medullare, che racchiude delle alghe

3.4 Chiave di determinazione

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1 Tallo fruticoso | 2 |
| 1 Tallo foglioso o crostoso | 20 |
| 2 Tallo filamentoso, verde-giallastro, composto da lacinie a sezione circolare che, tirando con delicatezza, mostrano un cordone centrale compatto che si stacca dalla porzione più esterna. L'identificazione a livello specifico di questi licheni è al momento problematica | Usnea sp. |
| 2 Tallo non filamentoso, o se filamentoso, senza il cordone centrale | 3 |
| 3 Tallo verde-giallastro o giallo vivo | 4 |
| 3 Tallo grigio, grigio-verde, bruno o bruno verdastro | 10 |
| 4 Tallo giallo vivo, di piccole dimensioni, formato da lobi di c. 0.1-0.5 mm in larghezza, appiattiti, riccamente ramificati, alla fine soorediosi, K-; apotecari rari, con bordo granuloso, talvolta soorediato; ascospore semplici, incolori, 16-32 per asco | Candelaria concolor |
| 4 Tallo verde-giallastro di dimensioni decisamente maggiori | 5 |
| 5 Tallo K+ giallo intenso, con la faccia inferiore un po' più chiara di quella superiore, con soredi da marginali a diffusi su tutta la superficie superiore delle lacinie, che sono leggermente ripiegate su sé stesse (revolute) | Evernia prunastri |
| 5 Tallo K-, non chiaramente dorsoventrale, con lacinie rigide | 6 |
| 6 Tallo con soredi | 7 |
| 6 Tallo senza soredi, spesso con apotecari | 9 |
| 7 Sorali a forma di piccole macchie ellittiche o rotonde, ben delimitati, piatti o leggermente convessi, soprattutto sui margini delle lacinie | Ramalina farinacea |
| 7 Sorali diffusi e più o meno irregolari | 8 |
| 8 Lacinie larghe più di 10 mm, decisamente appiattite, con superficie opaca e più o meno liscia o con delle reticolature | Ramalina lacera |
| 8 Lacinie larghe al massimo 5 mm, spesso a sezione circolare almeno alle estremità; superficie delle lacinie più o meno lucida, senza reticolature | Ramalina pollinaria |
| 9 Lacinie robuste, appiattite, larghe anche 2-2.5 cm, poco ramificate, rigide allo stato secco, con una rete di pseudocifelle che sono però talvolta poco visibili; apotecari disposti sulla superficie delle lacinie o sui loro bordi | Ramalina fraxinea |
| 9 Lacinie non molto appiattite, molto ramificate a formare un tallo a forma di cespuglietto denso, con apotecari nella porzione terminale (subterminali) | Ramalina fastigiata |
| 10 Tallo distintamente fruticoso | 11 |
| 10 Tallo distinto in due parti, un tallo primario formato da squamule o granuli basali e un tallo secondario formato da strutture erette di dimensioni comunque ridotte (1-1.5 cm al massimo) a forma di cornetto, di coppetta o di calice | 16 |
| 11 Tallo riccamente isidiato, con lobi appiattiti, a volte arrotolati su se stessi, di color grigio più o meno scuro sopra e nero sotto, tranne agli apici dei lobi, che possono essere rosa o biancastri | Pseudevernia furfuracea |
| 11 Tallo soorediato o con apotecari, ma sempre senza isidi | 12 |
| 12 Tallo non soorediato, K-, con lacinie appiattite prive di cortex inferiore e feltrose sulla faccia superiore, con ciglia marginali | Anaptychia ciliaris |
| 12 Tallo soorediato, K+ giallo | 13 |

- 13 Tallo con la faccia inferiore un po' più chiara, biancastra. Soredi da marginali a diffusi su tutta la superficie superiore delle lacinie, che sono leggermente ripiegate su se stesse (revolute) **Evernia prunastri** var. **herinii**
- 13 Faccia inferiore nera e lucida, al massimo di color marrone chiaro verso il margine **14**
- 14 Lobi del tallo piatti, larghi 1-2 cm, con ciglia sottili nere e sorali marginali, globulosi quando ben sviluppati; medulla e sorali K+ giallo-arancio **Parmotrema chinense**
- 14 Lobi del tallo cavi; medulla K- **15**
- 15 Sorali labriformi; tallo formato da lobi prima appressati al substrato, quindi parzialmente eretti e sovrapposti **Hypogymnia physodes**
- 15 Sorali capitiformi; tallo formato da lobi eretti **Hypogymnia tubulosa**
- 16 Tallo primario ridotto ad una crosta granulosa da verde a blu-grigiastra, e tallo secondario formato da strutture biancastre ("pseudopodezi") ricoperte parzialmente da soredi verdi facilmente staccabili **Leprocaulon microscopicum**
- 16 Tallo primario formato da squamule su cui sono presenti strutture a forma di conetto allungato o di calice ("podezi"), corticate o ricoperte da soredi **17**
- 17 Squamule K+ giallo; podezi allungati, appuntiti all'apice, interamente coperti da soredi farinosi e portanti all'estremità piccole strutture rosse (apoteci o pic-nidi) **Cladonia macilenta**
- 17 Squamule K-; apoteci e picnidi di color marrone, su podezi allungati o a forma di calice **18**
- 18 Podezi coperti da granuli corticati, particolarmente frequenti all'interno dei podezi, che sono a forma di trombetta **Cladonia pyxidata**
- 18 Podezi coperti almeno parzialmente da soredi **19**
- 19 Podezi allungati, appuntiti, corticati alla base e sorediati all'apice **Cladonia coniocraea**
- 19 Podezi a forma di calice, completamente coperti da soredi **Cladonia fimbriata**
- 20 Tallo foglioso **21**
- 20 Tallo crostoso o squamuloso **83**
- 21 Tallo di color nero-bluastro o marrone-nerastro, rigido e fragile allo stato secco, gelatinoso quando umido, a struttura non stratificata (tallo omeomero), con cianobatteri **22**
- 21 Tallo d'altro colore, al massimo marrone o bruno scuro, ma mai nero, a struttura stratificata (tallo eteromero), con alghe verdi **28**
- 22 Tallo senza isidi **23**
- 22 Tallo isidiato **25**
- 23 Tallo non pustulato, a forma di cuscinetto, con lobi larghi fino a 1.5 mm, eretti; spore prevalentemente unisetate, raramente bisetate **Collema conglomeratum**
- 23 Tallo pustulato, con lobi larghi fino a 15 mm, appressati al substrato; ascospore 4-5 settate **24**
- 24 Spore ingrossate a un'estremità (claviformi), incurvate, c. 40-75 x 6-6.5 µm; apoteci fino a 1.5 mm in diametro, spesso di più **Collema subnigrescens**
- 24 Spore da aciculari a bacillari, c. 50-90 x 3-4.5 µm; apoteci al massimo 1 mm in diametro **Collema nigrescens**
- 25 Isidi appiattiti, a forma di piccole squamette, disposti soprattutto lungo le costolature ai margini dei lobi **Collema flaccidum**

25 Isidi di altra forma		26
26 Isidi coralloidi, cioè fortemente ramificati; tallo pustulato	Collema furfuraceum	
26 Isidi globulosi		27
27 Tallo con lobi lisci, senza pustule	Collema subflaccidum	
27 Tallo con lobi fortemente pustulati, con pochi isidi	Collema nigrescens	
28 Tallo in almeno alcune parti giallo vivo o arancione		29
28 Tallo di altro colore		31
29 Tallo K-, di color giallo o giallo-verde, di piccole dimensioni, formato da lobi sottili di c. 0.1-0.5 mm in larghezza, appiattiti, riccamente ramificati, alla fine soorediosi; apotecii rari, con bordo granuloso, talvolta soorediato; ascospore semplici	Candelaria concolor	29
Tallo K+ rosso, chiaramente foglioso; ascospore polardiblastiche		30
30 Tallo soorediato, con lobi tallini ascendenti, cioè sollevati verso l'alto nella parte terminale, almeno parzialmente convessi, larghi c. 1 mm, con soredi aranciati distribuiti lungo i bordi o sull'apice	Xanthoria fallax s.lat.	
30 Tallo non soorediato, apotecii spesso molto abbondanti; lobi del tallo appressati, di grandi dimensioni (4-8 mm), piatti o leggermente concavi	Xanthoria parietina	
31 Tallo formato da piccole squamule (1-2 mm) circolari o reniformi di colore verde-gri-giastro o grigio glauco, con soredi diffusi soprattutto lungo il margine, che è ingrossato; lichene che vive soprattutto su epatiche e talli di altri licheni, più raramente nelle fessure della scorza	Normandina pulchella	
31 Tallo con altre caratteristiche, di dimensioni decisamente maggiori		32
32 Tallo con isidi o soredi		33
32 Tallo senza isidi o soredi, spesso con apotecii		70
33 Tallo con isidi		34
33 Tallo con soredi		43
34 Tallo grigio, più o meno scuro		35
34 Tallo marrone, verde-marrone o verde oliva		39
35 Tallo con lobi larghi al massimo 1 mm, con faccia inferiore chiara, al massimo color nocciola nelle parti più vecchie, e rizine biancastre; gli isidi danno origine col tempo a soredi che coprono tutta la parte centrale del tallo	Physcia clementei	
35 Tallo con lobi molto più larghi, con faccia inferiore nera, color nocciola o rosa solo all'estremità dei lobi		36
36 Rizine assenti; tallo con lobi spesso arrotolati su se stessi, ascendenti	Pseudevernia furfuracea	
36 Rizine frequenti, nere; lobi non come sopra, chiaramente appiattiti		37
37 Lobi coperti da una fitta rete di pseudocifelle lineari, larghi fino a 3-4 (-5) mm, medulla K+ arancio, C-	Parmelia saxatilis	
37 Lobi privi di pseudocifelle, larghi fino a 8-10 mm; medulla K-, C+ rosso		38
38 Isidi allungati, coralloidi, di color grigio più o meno scuro, spesso bruni all'apice, addensati nella parte centrale del tallo	Parmelia filacea	
38 Isidi schiacciati a forma di pastiglia, di color da bruno scuro a blu-nero, costretti alla base	Parmelia pastillifera	
39 "Isidi" di forma conica, a base molto larga, uniformemente distribuiti sul tallo (si tratta in realtà di papille portanti una piccola pseudocifella all'apice, che sono comunemente scambiate per isidi); medulla K-, C-, KC-, P-	Melanelia exasperata	
39 Isidi di altra forma		40
40 Isidi di forma clavata o spatolata, appiattiti lateralmente; medulla K-, C-, KC-, P-		

- Melanelia exasperatula**
- 40 Isidi di altra forma 41
- 41 Insieme agli isidi sono presenti anche piccoli sorali di colore giallo sporco, prima puntiformi, quindi confluenti; isidi globosi, cilindrici o di forma irregolare; lobi generalmente opachi; medulla C+ rosa **Melanelia subaurifera**
- 41 Sorali assenti, presenti solo numerosi isidi cilindrici, spesso ramificati (coralloidi); lobi lucidi 42
- 42 Medulla C-; tallo molto sottile a causa dello sCarso sviluppo della medulla **Parmelia elegantula**
- 42 Medulla C+ rosa; tallo più spesso e robusto; talvolta all'interno della medulla è presente un pigmento aranciato (rodofiscina) **Melanelia glabratula**
- 43 Tallo verde-giallastro 44
- 43 Tallo di altro colore (bianco- grigiastro, grigio più o meno scuro, verde-grigio, verde olivastro o marrone verdastro) 45
- 44 Soredi e medulla K+ giallo, poi rosso; sorali maculiformi a contorno circolare, regolarmente distribuiti sulla superficie dei lobi, che sono larghi fino a 7 mm e sono aderenti al substrato **Flavoparmelia soredians**
- 44 Soredi e medulla K-; sorali dapprima puntiformi, poi diffusi a coprire larga parte della parte centrale del tallo; lobi da 5 a 13 mm, non così aderenti al substrato come nella specie precedente **Flavoparmelia caperata**
- 45 Tallo K+ giallo 46
- 45 Tallo K- 57
- 46 Lobi del tallo fortemente convessi, cavi all'interno; faccia inferiore nera, lucida, quasi completamente priva di rizine 15
- 46 Lobi del tallo non cavi 47
- 47 Lobi larghi almeno 2 mm, in genere 5-8 mm o più 48
- 47 Lobi larghi al massimo 1.5-1.8 mm 53
- 48 Lobi senza pseudocifelle, piatti, larghi anche 1-2 cm, con ciglia marginali sottili, nere e sorali marginali, globulosi; medulla e sorali K+ giallo-arancio **Parmotrema chinense**
- 48 Lobi con pseudocifelle 49
- 49 Pseudocifelle lineari, spesso formanti una rete; medulla C 50
- 49 Pseudocifelle circolari o ellittiche, da cui si formano sorali della stessa forma, medulla C+ rosa (*Parmelia dubia* s.lat) 51
- 50 Sorali lineari, superficiali, che si sviluppano dalle pseudocifelle; lobi larghi 5-6 mm, troncati alle estremità, senza ciglia marginali, al massimo con qualche rizina che sporge dalla pagina inferiore **Parmelia sulcata**
- 50 Sorali ristretti ai margini dei lobi, larghi anche 1-2 cm e con ciglia marginali sottili, nere **Parmotrema reticulatum**
- 51 Sorali prevalentemente lungo i margini dei lobi, di forma lineare **Parmelia ulophylla**
- 51 Sorali prevalentemente distribuiti sulla superficie dei lobi (laminari), a contorno circolare o ellittico 52
- 52 Lobi non strettamente aderenti al substrato e molto spesso con una sottile pruina sulle loro estremità; faccia inferiore al centro del tallo di colore nero (questo carattere è distinguibile con certezza solo in esemplari di grandi dimensioni!) **Punctelia borrieri**
- 52 Lobi più strettamente aderenti al substrato, sempre senza pruina; faccia inferiore al

centro del tallo di colore marrone chiaro	Punctelia subrudecta	
53 Tallo con corte ciglia marginali biancastre (spesso con la punta nera)		54
53 Tallo senza ciglia		56
54 Sorali all'apice di lobi ascendenti ripiegati a cappuccio	Physcia adscendens	
54 Sorali labriformi		55
55 Faccia inferiore non corticata, con macchie pigmentate arancioni, K+ rosso	Heterodermia obscurata	
55 Faccia inferiore corticata, sempre K-	Physcia tenella	
56 Soredi diffusi su tutta la parte centrale del tallo, derivanti da papille (isidi) di forma irregolare	Physcia clementei	
56 Soredi limitati all'apice di corti lobi ascendenti, che si lacerano all'estremità; aspetto simile a quello di <i>Physcia adscendens</i>	Physcia vitii	
57 Lobi più larghi di 2.5 mm, in genere c. 4-6 mm; medulla C+ rosa		58
57 Lobi larghi al massimo 2 mm; medulla C-		59
58 Lobi coperti spesso da una pruina biancastra e, all'apice, da sottili peli; sorali marginali, che diventano confluenti nella parte centrale del tallo	Parmelia subargentifera	
58 Lobi generalmente opachi, ma senza pruina né peli; sorali di colore giallo sporco, prima puntiformi, quindi confluenti, presenti insieme a isidi globosi, cilindrici o di forma irregolare, che se spezzati lasciano trasparire un colore giallastro	Melanelia subaurifera	
59 Tallo subcrostoso, in rosette larghe al massimo 1 cm, spesso confluenti, lobate, con lobi larghi 0.3-0.5 mm e sorali di forma circolare su piccoli lobi laterali; conidiospore filiformi	Hyperphyscia adglutinata	
59 Tallo evidentemente foglioso, che si può staccare dal substrato con una certa facilità; conidiospore ellittiche o a forma di bastoncino		60
60 Pruina spesso presente, almeno all'apice dei lobi, che sono più larghi di 1 mm		61
60 Pruina sempre assente; lobi larghi fino a 1 mm		64
61 Medulla giallastra		62
61 Medulla bianca		63
62 Medulla K+ giallo, rizine ramificate a spazzola	Physconia enteroxantha	
62 Medulla K-, rizine semplici	Pyxine subcinerea	
63 Rizine semplici, per lo più bianche; sorali prevalentemente marginali; tallo verde-grigio, spesso con un fitto deposito di pruina biancastra	Physconia grisea	
63 Rizine ramificate a spazzola; sorali labriformi, spesso su corti lobetti secondari; tallo marrone, con le estremità dei lobi bianchi per il deposito di pruina, che spesso si estende a coprire anche la parte centrale del tallo	Physconia perisidiosa	
64 Faccia superiore dei lobi, soprattutto agli apici, con sottili peli trasparenti (lente!); sorali labriformi	Phaeophyscia hirsuta	
64 Faccia superiore dei lobi senza sottili peli trasparenti; sorali di varia forma		65
65 Faccia inferiore del tallo chiara, da biancastra a bruno pallida		66
65 Faccia inferiore del tallo nera		67
66 Talli più piccoli di 1 cm in diametro; lobi più stretti di 0.5 mm, con soredi granulosi, parzialmente corticati, al margine dei lobi	Phaeophyscia nigricans	
66 Talli più larghi di 1 cm in diametro; lobi più larghi di 0.5 mm, con soredi farinosi prodotti da sorali labriformi	Phaeophyscia chloantha	
67 Talli più piccoli di 1 cm in diametro, lobi più stretti di 0.5 mm, con sorali arrotondati, sulla superficie dei lobi	Phaeophyscia insignis	

- 67 Talli più larghi di 1 cm in diametro, lobi più larghi di 0.5 mm **68**
- 68 Sorali labriformi, a volte frammisti con sorali capitiformi **Phaeophyscia hirsuta**
- 68 Sorali, capitiformi all'apice dei lobi o sorali superficiali **69**
- 69 Sorali in genere all'apice di corti lobuli laterali; margine dei lobi con lunghe rizine nere che sporgono dalla faccia inferiore del tallo e dal margine degli apoteci eventualmente presenti **Phaeophyscia pusilloides**
- 69 Sorali prevalentemente superficiali, rotondeggianti, solo alcuni al margine dei lobi, che sono appressati al substrato e leggermente allargati all'estremità; margine dei lobi con poche rizine che sporgono dalla faccia inferiore del tallo **Phaeophyscia orbicularis**
- 70 Tallo grigio più o meno scuro **71**
- 70 Tallo bruno, bruno-verdastro o verde, anche se talvolta appare biancastro per depositi di pruina **77**
- 71 Lobi larghi fino a 10-12 mm, arrotondati, con medulla C+ rosa, e apoteci con disco color nocciola, spesso con corte rizine nella parte inferiore del loro margine **Parmelia quercina**
- 71 Lobi decisamente più stretti e allungati; medulla C- **72**
- 72 Tallo verde intenso quando bagnato, K- **Phaeophyscia ciliata**
- 72 Tallo mai verde intenso quando bagnato, K+ giallo (attenzione! per essere certi della positività della reazione, deponete una goccia di reagente prelevata dal tallo su carta assorbente bianca, e confrontate il colore della macchia con quella formata dal reagente puro) **73**
- 73 Lobi ascendenti con brevi ciglia chiare e faccia superiore con piccole punteggiature chiare **Physcia semipinnata**
- 73 Lobi senza brevi ciglia chiare **74**
- 74 Faccia superiore pruinosa almeno all'apice dei lobi **75**
- 74 Faccia superiore non pruinosa, al massimo con piccole punteggiature chiare **76**
- 75 Tallo con frequenti apoteci, spesso ricoperti da una spessa pruina, distribuiti su tutta la parte centrale del tallo; lobuli avventizi assenti **Physcia biziana var. biziana**
- 75 Tallo con scarsi apoteci e parte centrale del tallo coperta da numerosi lobuli avventizi **Physcia biziana var. leptophylla**
- 76 Medulla K+ giallo (attenzione! dovete eliminare una parte cospicua del cortex prima di fare la reazione, perché questo reagisce K+ giallo in tutte le *Physciae*); faccia superiore con frequenti punteggiature chiare **Physcia aipolia**
- 76 Medulla K-; faccia superiore senza punteggiature chiare **Physcia stellaris**
- 77 Tallo con ciglia marginali nerastre e lobi stretti e allungati, privi di cortex inferiore, feltrosi sulla faccia superiore, spesso ascendenti **Anaptychia ciliaris**
- 77 Tallo senza ciglia marginali, al massimo con rizine che sporgono dal margine dei lobi **78**
- 78 Lobi larghi fino a 10-15 mm, arrotondati alle estremità; rizine semplici; faccia superiore da verde-bruno a bruno-grigio, talvolta verde scuro, non raramente con pruina **79**
- 78 Lobi più stretti, fino a 0.6-2.0 mm, allungati e spesso parzialmente sovrapposti; rizine ramificate; faccia superiore bruna o bruno-grigia per il deposito di pruina, che talvolta copre l'intero tallo conferendogli un colore biancastro **81**
- 79 Faccia superiore del tallo con papille coniche dotate all'apice di una piccola pseudocifella, che possono essere scambiate per isidi; medulla K-, C-, KC **Melanelia exasperata**

79 Faccia superiore del tallo senza papille coniche	80
80 Superficie dell'estremità dei lobi e margine degli apoteci ricoperta da finissimi peli in colori (lente!); medulla K-, C+, KC+ rosa	Melanelia glabra
80 Peli assenti; medulla K+ gialla, poi rossa, C-, KC-	Pleurosticta acetabulum
81 Faccia superiore dei lobi ricoperta da sottili peli trasparenti (lente! osservate soprattutto l'apice dei lobi)	Physconia servitii
81 Faccia superiore dei lobi senza sottili peli trasparenti	82
82 Faccia inferiore chiara; margine degli apoteci spesso fortemente lobulato, per cui questi hanno l'aspetto di una margherita; tallo scarsamente pruinoso, con pruina limitatata di solito all'estremità dei lobi	Physconia venusta
82 Faccia inferiore scura (da bruno scuro a nero), tranne il margine; margine degli apoteci con al massimo qualche lobuletto avventizio; tallo spesso fortemente pruinoso	Physconia distorta
83 Tallo con alghe verdi	84
83 Tallo con <i>Trentepohlia</i> (grattare la superficie del tallo con una punta: in questo caso si distingue un colore giallo-aranciato, dovuto ai pigmenti dell'alga) o non evidentemente lichenizzato	158
84 Tallo con corpi fruttiferi, senza soreddi o isidi	85
84 Tallo in genere senza corpi fruttiferi, quasi sempre con soreddi o isidi	133
85 Corpi fruttiferi chiusi all'interno di verruche talline o immersi nel tallo, con disco poco o nulla evidente	86
85 Corpi fruttiferi con disco sempre ben evidente	89
86 Tallo K-	87
86 Tallo K+ giallo	88
87 Corpi fruttiferi (apoteci) inizialmente immersi in verruche del tallo, ma alla fine di grandi dimensioni (fino a c. 0.6-1.8 mm in diametro), con disco evidente, brunonerastro o grigio scuro; tallo decisamente crostoso; aschi con 4-8 spore, con parete spessa	Pertusaria hymenea
87 Corpi fruttiferi (periteci) sempre immersi nel tallo; questo è formato da squamule appiattite, con i bordi revoluti, di color nocciola verdastro o grigio-brunastro, e faccia inferiore biancastra, non corticata, nascosta però da uno spesso strato di ife rizoidali; spore 8 per asco, semplici, con parete sottile	Catapyrenium psoromoides
88 Verruche semiglobose, ristrette alla base; aschi con 2 ascospore	Pertusaria pertusa
88 Verruche a forma di conetto, con la base ampia; aschi con 4 ascospore	Pertusaria leioplaca
89 Apoteci con disco giallo intenso, arancio o rosso più o meno vivo	90
89 Apoteci di altro colore	98
90 Almeno il disco dell'apotecio K+ rosso; ascospore polardiblastiche	91
90 Disco dell'apotecio K-; ascospore unisetate	96
91 Tallo con sfumature giallastre più o meno intense, K+ rosso	Caloplaca flavorubescens
91 Tallo di altro colore, K-	92
92 Apoteci con bordo grigio	93
92 Apoteci con bordo mai grigio, in genere dello stesso colore del disco	94
93 Disco di color giallo più o meno vivo, tendente all'arancio o con sfumature grigiastre	Caloplaca cerina
93 Disco di color rosso mattone o rosso scuro, opaco	Caloplaca haematites

- 94 Apoteci con disco e bordo rosso-arancio **Caloplaca ferruginea**
- 94 Apoteci con disco giallo intenso o arancio chiaro 95
- 95 Apoteci giallo limone, minuti, fino a c. 0.3 mm in diametro; ascospore più di 8 per asco **Caloplaca cerinella**
- 95 Apoteci giallo-arancio, più grandi dei precedenti, fino a 0.8 mm in diametro, ascospore 8 per asco **Caloplaca pyracea**
- 96 Apoteci con bordo grigio, con granuli isidiosi; tallo finemente isidiato; ascospore 8 per asco **Candelariella viae-lactearum**
- 96 Apoteci con bordo mai grigio, in genere concolore al disco 97
- 97 Tallo formato da minute squamette verde-giallastre, talvolta giallo vivo, spesso completamente ricoperte da soredi; aschi con 8 spore **Candelariella reflexa**
- 97 Tallo formato da piccoli granuli corticati di 0.07-0.10 mm in diametro, dispersi, di colore giallo intenso; aschi contenenti 12-32 ascospore **Candelariella xanthostigma**
- 98 Apoteci lecanorini, cioè con il bordo dello stesso colore del tallo e contenente alghe al suo interno (sezione) 99
- 98 Apoteci lecideini, cioè con il bordo con colore simile a quello del disco, e diverso da quello del tallo; alghe non presenti all'interno del bordo (sezione!) 124
- 99 Tallo sorediato 100
- 99 Tallo non sorediato 101
- 100 Ascospore bicellulari, brune; apoteci con disco marrone scuro; tallo grigio, bruno o grigio-verdastro, con piccoli lobi e sorali circolari, da piani a convessi **Hyperphyscia adglutinata**
- 100 Ascospore polardiblastiche, incolori; apoteci marrone chiaro; tallo da grigio a grigio verdastro, decisamente crostoso, senza lobi; e sorali circolari, da concavi a piani **Caloplaca herbidella**
- 101 Disco degli apoteci pruinoso, C+ giallo vivo (*Lecanora* gr. *Carpinea*) 102
- 101 Disco degli apoteci C- 104
- 102 Apoteci 0.5-1.2 (1.5) mm in diametro, con margine P-; disco degli apoteci più o meno di colore oca **Lecanora carpinea**
- 102 Apoteci 2 (-2.5) mm in diametro, con margine P+ da giallastro ad arancio; disco degli apoteci da bruno chiaro a rosa 103
- 103 Margine degli apoteci P+ da giallo vivo ad arancio; disco degli apoteci brunastro, rosa brunastro o rosa **Lecanora subcarpinea**
- 103 Margine degli apoteci P+ giallastro, e disco da rosa chiaro a bruno chiaro **Lecanora leptyroides**
- 104 Tallo K+ giallo 105
- 104 Tallo mai K+ giallo, al massimo K+ giallo pallido in *Rinodina exigua* 112
- 105 Disco degli apoteci nero; imenio (sezione!) violaceo **Tephromela atra** var. **torulosa**
- 105 Disco degli apoteci marrone anche scuro, ma mai nero; imenio incolore (*Lecanora* gr. *subfusca*; **attenzione!** si tratta di un complesso di specie che si possono riconoscere con certezza solo esaminando sezioni dell'apotecio al microscopio a luce polarizzata, che permette di osservare la presenza e la forma di cristalli e granuli nelle diverse parti del corpo fruttifero) 106
- 106 Epitecio in luce polarizzata senza cristalli (*Lecanora* gr. *Allophana*) 107
- 106 Epitecio con granuli 111
- 107 Margine tallino degli apoteci con gruppi di grossi cristalli, a contorno

- irregolare 108
- 107 Margine tallino degli apotecii con cristalli molto piccoli, distribuiti in tutta la medulla 109
- 108 Apotecii a disco bruno molto scuro, quasi nero; epimenio bruno-olivastro, rossastro in acido nitrico **Lecanora meridionalis**
- 108 Apotecii a disco bruno-rossastro, epimenio bruno-rossastro o bruno-giallastro **Lecanora argentata**
- 109 Cortex del margine tallino degli apotecii di solito ben distinto dalla medulla, gelatinoso, spesso espanso alla base (fino a 100 µm); cristalli limitati alla medulla; apotecii a disco spesso lucido e margine tallino continuo **Lecanora horiza**
- 109 Cortex e medulla del margine tallino degli apotecii non nettamente separati in sezione; cristalli presenti tanto nella medulla quanto nel cortex 110
- 110 Apotecii con margine tallino sottile, liscio, allo stesso livello del disco, alla fine quasi assente; cortex alla base degli apotecii spessa 50-70 µm; spore 9-13 x 6-8 µm **Lecanora glabrata**
- 110 Apotecii con margine tallino prominente; cortex alla base degli apotecii spessa 60-100 µm; spore 13-18 (-21) x 7-10 (-11) µm **Lecanora allophana**
- 111 Margine dell'apotecio P-; epitecio da incolore a bruno-grigiastro, con granuli irregolari che si sciolgono in acido nitrico **Lecanora chlorotera**
- 111 Margine dell'apotecio P+ arancio-rosso; epitecio rossastro o bruno-rossastro con granuli sottili, persistenti in acido nitrico **Lecanora pulicaris**
- 112 Tallo e disco degli apotecii giovani verde chiaro, o verde giallastro 113
- 112 Tallo e disco degli apotecii di altro colore 115
- 113 Tallo KC-, apotecii alla fine fortemente convessi **Lecanora symmetrica**
- 113 Tallo KC+ giallo, molto sottile, spesso quasi assente 114
- 114 Bordo dell'apotecio liscio, sottile, effimero **Lecanora saligna**
- 114 Bordo dell'apotecio crenulato, persistente **Lecanora sarcopsis**
- 115 Tallo KC+ arancio, da continuo a fessurato, grigio con sfumature giallastre; apotecii fino a 0.6-1.8 mm in diametro, con margine spesso, e disco bruno-nerastro o grigio scuro; spore di grandi dimensioni, c. 60-120 x 20-50 µm, con parete spessa 6-10 µm, 4-8 per asco **Pertusaria hymenea**
- 115 Tallo KC-; apotecii più piccoli; spore di dimensioni più ridotte, al massimo di 25 x 10 µm, e con parete non ispessita 116
- 116 Ascospore brune; margine tallino degli apotecii grigio o verde-grigio, mai bianco, in genere persistente 117
- 116 Ascospore incolori; margine tallino degli apotecii vario 119
- 117 Tallo K+ giallo chiaro, sottile, di colore grigio più o meno scuro; ascospore mature con pareti fortemente ispessite agli apici, 13-20 x 6-10 µm **Rinodina exigua**
- 117 Tallo K-; ascospore mature senza pareti fortemente ispessite agli apici 118
- 118 Tallo sottile, senza protallo; apotecii numerosi e aggregati, con disco da piatto a convesso; epimenio bruno scuro; spore c. 12-16 x 5-7 µm. **Rinodina pyrina**
- 118 Tallo ben sviluppato, areolato, con un protallo nero; apotecii infossati nel tallo con disco piatto e epimenio bruno rossastro; spore c. 13-17x 7-9 µm **Rinodina sophodes**
- 119 Ascospore semplici 120
- 119 Ascospore settate 122
- 120 Ascospore 8-16-32 per asco; apotecii 0,2-0,5 mm in diametro **Lecanora sambuci**
- 120 Ascospore 8 per asco 121

- 121 Apoteci alla fine convessi, senza margine e disco non pruinoso, bruno scuro
Lecanora umbrina
- 121 Apoteci marginati anche da vecchi, con margine finemente crenulato e disco bruno, spesso pruinoso
Lecanora hagenii
- 122 Ascospore con setto incompleto (polardiblastiche) **Caloplaca obscurella**
- 122 Ascospore con setto completo **123**
- 123 Ascospore 8-12-16 per asco, con un solo setto trasversale (ascospore bicellulari)
Lecania cyrtella
- 123 Ascospore 8 per asco, con due o tre setti trasversali (ascospore tri- o tetra-cellulari)
Lecania koerberiana
- 124 Apoteci da carnicini a bruno-rossastri, spesso pruinosi sul margine, e tallo grigio-verdastro, da granulare a evidentemente isidiato; ascospore strette e lunghe, plurisetate, c. 42-70 x 2.5-4 µm
Bacidia rubella
- 124 Apoteci di altro colore (da ± bianchi a neri, mai bruno-rossastri); tallo non isidiato **125**
- 125 Ascospore marroni **126**
- 125 Ascospore incolori **127**
- 126 Ascospore dapprima 1-3 settate, quindi sub-muriformi; tallo bianco o grigio chiaro, continuo o granuloso, con apoteci neri, almeno all'inizio pruinosi, relativamente grandi, fino a 1.5 mm in diametro **Diplotomma alboatrum**
- 126 Ascospore unisetate; apoteci fino a 0.6 mm in diametro **Amandinea punctata**
- 127 Ascospore semplici; tallo C+ arancio, KC+ giallo; apoteci neri, quando giovanico margine ben evidente **Lecidella elaeochroma**
- 127 Ascospore settate **128**
- 128 Ascospore unisetate o polardiblastiche **129**
- 128 Ascospore plurisetate **130**
- 129 Ascospore unisetate; parafisi con estremità fortemente ingrossate, nere
Catillaria nigroclavata
- 129 Ascospore polardiblastiche; parafisi senza estremità fortemente ingrossate
Caloplaca obscurella
- 130 Ascospore da 8 a 16 per asco, reniformi, c. 10-18 x 4-5 µm; apoteci neri, con margine sottile ma persistente **Arthrosporium populorum**
- 130 Ascospore sempre 8 per asco, più fortemente allungate **131**
- 131 Ascospore spiraliformi (questo carattere si può frequentemente osservare già all'interno dell'asco), spesse 2-3 µm **Scoliciorporum umbrinum**
- 131 Ascospore diritte o incurvate, mai spiraliformi, spesse 4-5 (-6) µm **132**
- 132 Ascospore prevalentemente con 7 setti, lunghe c. 20-40 µm; parafisi fortemente ramificate e con anastomosi; apoteci da bruno a bruno-neri
Scoliciosporum chlorococcum
- 132 Ascospore con 3 (-5) setti, lunghe c. 13-24 µm; parafisi semplici; apoteci variamente colorati, da quasi bianchi a blu-grigio, grigio-marrone a nero, con margine poco sviluppato **Lecania naegelii**
- 133 Tallo giallo, o con un sfumatura giallastra più o meno intensa **134**
- 133 Tallo di altro colore **140**
- 134 Tallo giallo oca più o meno intenso o giallo-verdastro pallido **135**
- 134 Tallo giallo uovo o giallo limone vivo **138**
- 135 Tallo K+, quasi completamente ricoperto da soredi farinosi, di colore giallino

- pallido 136
- 135 Tallo K-, corticato almeno nella parte marginale, di colore giallo ocra più o meno intenso 137
- 136 Protallo bianco ben sviluppato; tallo C-, K+ giallo, poi bruno, P+ giallo più o meno intenso, di colore giallo zolfo o giallo verdastro
- Haematomma ochroleucum**
- 136 Protallo assente; tallo C+ arancio, K+ giallo, P-, di colore verdastro con una leggera sfumatura giallastra **Lecanora expallens**
- 137 Tallo con isidi granulari che possono dissolversi in soredi, qualche volta con un protallo grigio più o meno scuro; apoteci immersi in verruche talline
- Pertusaria
flavida**
- 137 Tallo con soredi da farinosi a granulari, e spesso con un protallo nero molto sviluppato; apoteci con disco evidente, fortemente convessi, rosso-brunastri
- Pyrrhospora quernea**
- 138 Tallo ridotto a una massa sorediosa-pulverulenta di colore giallo brillante, talvolta con una sfumatura verde, costituito da granuli di 0.01-0.1(-0.2) mm in diametro
- Chrysothrix candelaris**
- 138 Tallo formato da squamulette sorediate o da granuli corticati 139
- 139 Tallo formato da squamulette gialle o verde-giallastre che danno origine a soredi che talvolta le coprono quasi interamente, tendendo a formare una crosta leprosa quasi continua; soredi c. 0.05-0.07 mm in diametro **Candelariella reflexa**
- 139 Tallo formato da granuli corticati di 0.07-0.10 mm in diametro, dispersi, di colore giallo uovo **Candelariella xanthostigma**
- 140 Tallo senza soredi o isidi 141
- 140 Tallo con soredi o isidi 142
- 141 Tallo formato da squamule appiattite, con i bordi revoluti, di color nocciola verdastro o grigio-brunastro, e faccia inferiore biancastra, non corticata, nascosta però da uno spesso strato di ife rizoidali; corpi fruttiferi (periteci) completamente immersi, e dunque spesso di difficile osservazione **Catapyrenium psoromoides**
- 141 Tallo formato da squamule sollevate sul substrato, spesso almeno parzialmente sovrapposte, con il margine irregolare, spesso inciso, di color verde o verde-grigio (attenzione! se sono presenti piccole strutture a forma di coppa, calice o trombetta, vai al 15) **Cladonia sp.**
- 142 Tallo leproso, cioè ridotto a una massa sorediosa-pulverulenta 143
- 142 Tallo non come sopra: i soredi si sviluppano almeno all'inizio da aree definite di un tallo corticato, anche se poi lo possono coprire quasi interamente 149
- 143 Tallo con almeno qualche reazione positiva 144
- 143 Tallo K-, C-, KC-, P- **Lepraria incana**
- 144 Tallo K+ giallo pallido 145
- 144 Tallo K- 147
- 145 Tallo verdastro, con una sfumatura giallastra, C+, KC+ arancio **Lecanora expallens**
- 145 Tallo verde-grigiastro o grigio più o meno scuro, senza sfumatura giallastra, C-, KC- 146
- 146 Protallo ben sviluppato, bianco; tallo P+ giallo più o meno intenso **Haematomma ochroleucum** var. **porphyrium**
- 146 Protallo assente; tallo P+ arancio **Lepraria lobificans**

147 Tallo K-, C-, KC+ arancio	Lepraria eburnea	
147 Tallo K-, C-, KC		148
148 Tallo ben definito, con lobi marginali più o meno distinti	Leproloma membranaceum	
148 Tallo non definito, senza lobi marginali	Lepraria nivalis	
149 Tallo formato da squamule, più o meno appressate al substrato		150
149 Tallo non come sopra		151
150 Squamule reniformi o a forma di conchiglia, c. 1-2 mm in diametro, appressate al substrato, con il margine ingrossato, di color grigio glauco o verde-grigio, e soredi dello stesso colore distribuiti sulla superficie e lungo i margini	Normandina pulchella	
150 Squamule almeno parzialmente sollevate dal substrato e più o meno parzialmente sovrapposte, con granuli sorediosi sulla faccia inferiore e con il margine irregolare, spesso inciso (attenzione! se sono presenti piccole strutture a forma di coppa, calice o trombetta, vai al 15)	Cladonia sp.	
151 Tallo con lobi marginali		152
151 Tallo senza lobi marginali		153
152 Tallo grigio-verde o bruno, con sottili lobi radianti, subcrostosi, corticati anche sulla faccia inferiore, c. 0.2-0.5 mm in larghezza, sempre senza pruina, con sorali di forma circolare, spesso confluenti nelle parti più vecchie del tallo	Hyperphyscia adelutinata	
152 Tallo bianco-grigiastro, spesso, con lobi pruinosi e parte centrale areolata, sorediata	Diploicia canescens	
153 Soredi K+		154
153 Soredi K-		156
154 Soredi K+ giallo, KC+giallo-arancio; tallo ridotto ad una crosta sorediosa giallo-verdastra o verde chiaro	Lecanora expallens	
154 Soredi K+ giallo poi rosso		155
155 Sorali chiari, diffusi su un tallo liscio da bianco argento a grigio, spesso delimitato da un protallo bianco	Phycis argena	
155 Sorali verde-grigiastri, delimitati, su un tallo da liscio a sottilmente areolato, grigio, spesso delimitato da un protallo nero	Buellia griseovirens	
156 Tallo e soredi C+ rosa intenso	Ochrolechia arborea	
156 Tallo e soredi C-		157
157 Sorali ben delimitati, a contorno circolare, KC+ violetto, tallo dal gusto fortemente amaro	Pertusaria amara	
157 Sorali a forma di disco, concavi, di grandi dimensioni, KC-; tallo insipido, spesso zonato al margine	Pertusaria albescens	
158 Corpi fruttiferi presenti		159
158 Corpi fruttiferi assenti; tallo grigio-rosa, con sfumature aranciate, con sorali prima puntiformi e delimitati, quindi confluenti, fino a coprire larghe parti del tallo	Schismatomma decolorans	
159 Corpi fruttiferi a forma di fiaschetti chiusi		160
159 Corpi fruttiferi non come sopra		164
160 Corpi fruttiferi carniciini o aranciati; spore submuriformi, incolori, con le estremità appuntite	Gyalecta liguriensis	
160 Corpi fruttiferi neri o marrone; spore uni- o bisettate		161
161 Ascospore unisetate		162

- 161 Ascospore plurisetate 163
- 162 Tallo bianco-grigiastro, sottile, continuo, con periteci di c. 0.3-0.6 mm in diametro; aschi allungati con spore disposte regolarmente in un'unica fila; spore bicellulari incolori, con un evidente perisporio gelatinoso **Acrocordia gemmata**
- 162 Tallo praticamente assente, con periteci di 0.1-0.2 mm in diametro; aschi sacciformi, corti e larghi, con spore disposte irregolarmente al loro interno; spore talvolta brunastre e 3-settate quando molto mature, altrimenti bicellulari e incolori, senza perisporio **Arthopyrenia punctiformis**
- 163 Tallo assente; ascospore 19-26 x 4-7 µm, diritte **Arthopyrenia fraxini**
- 163 Tallo presente; ascospore fusiformi, incurvate, talvolta addirittura a forma di S (sigmoidi), 25-32 x 2-3.5 µm **Leptorhaphis atomaria**
- 164 Corpi fruttiferi a contorno più o meno regolarmente circolare 165
- 164 Corpi fruttiferi di forma decisamente allungata o a forma di stella, con disco più o meno chiuso (lirelle) 168
- 165 Corpi fruttiferi carnicini o aranciati; spore submuriformi, incolori, con le estremità appuntite **Gyalecta liguriensis**
- 165 Corpi fruttiferi scuri 166
- 166 Corpi fruttiferi con un sottile margine evidente, immersi nel tallo; disco piatto; ascospore bicellulari, brune quando mature; tallo biancastro **Melaspilea urceolata**
- 166 Corpi fruttiferi senza margine, non immersi nel tallo; ascospore incolori 167
- 167 Ascospore unisetate; ipotecio bruno-giallastro; tallo che si sviluppa sulla scorza **Arthonia exilis**
- 167 Ascospore trisetate; ipotecio incolore; tallo che si sviluppa all'interno della scorza **Arthonia punctiformis**
- 168 Corpi fruttiferi senza margine 169
- 168 Corpi fruttiferi con margine bene sviluppato, tanto che spesso il corpo fruttifero sembra aprirsi tramite una fessura 172
- 169 Ascospore unisetate 170
- 169 Ascospore trisetate 171
- 170 Lirelle non molto allungate, non ramificate; ipotecio bruno giallastro **Arthonia exilis**
- 170 Lirelle allungate, spesso ramificate o a forma di stella; ipotecio incolore **Arthonia dispersa**
- 171 Lirelle non molto allungate, semplici, non ramificate; ipotecio incolore **Arthonia punctiformis**
- 171 Lirelle allungate, spesso ramificate o a forma di stella; ipotecio incolore o bruno-olivastro chiaro, K+ verdastro **Arthonia radiata**
- 172 Lirelle molto allungate e ramificate, con i bordi parzialmente ricoperti dal tallo; ascospore incolori, con 5-15 setti e pareti fortemente inspessite, per cui il lume cellulare è ridotto e ha forma lenticolare **Graphis scripta**
- 172 Lirelle non come sopra; ascospore con pareti non inspessite 173
- 173 Tallo assente; ascospore brune a maturità; lirelle corte e piuttosto tozze, fragili, che ricordano dei chicchi di caffè allungati **Hysterium sp.** (si tratta di un gruppo di funghi saprofiti non lichenizzati che non devono essere considerati nel calcolo dell'Indice di Biodiversità Lichenica)
- 173 Tallo presente; ascospore incolori 174
- 174 Ascospore con 4-7 (-8) setti, larghe (5-) 6-9 µm; epitecio marrone, K- **Opegrapha varia** s.lat.

174 Ascospore con 3 setti

Opegrapha atra

3.5 Atlante fotografico

L'atlante è diviso in schede che forniscono una serie di informazioni che facilitano il riconoscimento delle specie. La prima pagina di ogni scheda riporta riferimenti iconografici del lichene, la seconda una descrizione dettagliata dei caratteri morfologici, chimici ed ecologici, nonché un'analisi differenziale con specie simili.

I licheni sono raggruppati per forma di crescita (crostosi, foliosi, fruticosi, squamulosi) e per colore, in modo tale da facilitarne la consultazione, come da schema seguente.

Licheni crostosi	Licheni foliosi				Licheni squamulosi	Licheni fruticosi
	gialli	verdi	grigi	marrone		
Amandinea punctata	Candelaria concolor	Flavoparmelia caperata	Hyperphyscia adglutinata	Collema subflaccidum	Cladonia fimbriata	Evernia prunastri
Caloplaca ferruginea	Xanthoria fallax	Flavoparmelia soledians	Hypogymnia physodes	Melanelia exasperata	Cladonia pyxidata	Pseudevernia furfuracea
Candelariella reflexa	Xanthoria parietina		Hypogymnia tubulosa	Melanelia exasperatula	Normandina pulchella	Ramalina farinacea
Candelariella xanthostigma			Hypotrachyna revoluta	Melanelia glabra		Usnea sp
Lecanora carpinea			Parmelia sulcata	Melanelia glabratula		
Lecanora chlarotera			Parmelina tiliacea	Melanelia subaurifera		
Lecanora expallens			Parmotrema chinense	Physconia distorta		
Lecanora albella			Phaeophyscia chloantha	Physconia grisea		
Lecanora strobilina			Phaeophyscia orbicularis	Physconia servitii		
Lecanora symmicta			Physcia adscendens			
Lecidella elaeochroma			Physcia aipolia			
Lepraria sp			Physcia biziana			
Ochrolechia turneri			Physcia tenella			
Pertusaria albescens			Pleurosticta acetabulum			
Pertusaria amara			Punctelia borrii			
Phlyctis argena			Punctelia subrudecta			

Dal momento che la nomenclatura di alcune specie ha subito variazioni negli ultimi anni, di seguito si riporta la lista delle specie in ordine alfabetico e, dove necessario, il sinonimo precedentemente adottato.

	NOME SPECIE	VECCHIO SINONIMO
1	Amandinea punctata	
2	Caloplaca ferruginea	
3	Candelaria concolor	
4	Candelariella reflexa	
5	Candelariella xanthostigma	
6	Cladonia fimbriata	
7	Cladonia pyxidata	
8	Collema subflaccidum	
9	Evernia prunastri	
10	Flavoparmelia caperata	Parmelia caperata
11	Flavoparmelia soledians	Parmelia soledians
12	Hyperphyscia adglutinata	
13	Hypogymnia physodes	
14	Hypogymnia tubulosa	
15	Hypotrachyna revoluta	Parmelia revoluta
16	Lecanora carpinea	
17	Lecanora chlorotera	
18	Lecanora expallens	
19	Lecanora albella	Lecanora pallida
20	Lecanora strobilina	
21	Lecanora symmicta	
22	Lecidella elaeochroma	
23	Lepraria sp	
24	Melanelia exasperata	Parmelia exasperata
25	Melanelia exasperatula	Parmelia exasperatula
26	Melanelia glabra	Parmelia glabra
27	Melanelia glabratula	Parmelia glabratula
28	Melanelia subaurifera	Parmelia subaurifera
29	Normandina pulchella	
30	Ochrolechia turneri	
31	Parmelia sulcata	
32	Parmelina tiliacea	Parmelia tiliacea
33	Parmotrema chinense	
34	Pertusaria albescens	
35	Pertusaria amara	
36	Phaeophyscia chloantha	
37	Phaeophyscia orbicularis	
38	Phlyctis argena	
39	Physcia adscendens	
40	Physcia aipolia	
41	Physcia biziana	
42	Physcia tenella	
43	Physconia distorta	
44	Physconia grisea	
45	Physconia servitii	
46	Pleurosticta acetabulum	Parmelia acetabulum
47	Pseudevernia furfuracea	
48	Punctelia borreri	Parmelia borreri
49	Punctelia subrudecta	Parmelia subrudecta
50	Ramalina farinacea	
51	Usnea sp	
52	Xanthoria fallax	
53	Xanthoria parietina	

BIBLIOGRAFIA

- Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier F., Kirschbaum U., Nimis P.L., Purvis O.W., Pirintsos S., Scheidegger C., Van Haluwyn C, Wirth W., 2002. Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds). *Monitoring with Lichens-Monitoring Lichens*: pp 273-279.
- ANPA, 2001. I.B.L Indice di biodiversità lichenica. ANPA, Manuali e linee guida 2/2001, pp 85.
- Bargagli R., 1998. Trace elements in terrestrial plants. An ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovery. Springer, 324 pp.
- Brunialti G., Giordani P., 2002. Applicabilità del nuovo protocollo di campionamento del metodo di Biodiversità Lichenica (BL). In: *Verso una rete nazionale per il rilevamento della qualità dell'aria mediante l'indice di biodiversità lichenica. Una valutazione preliminare per la progettazione e le procedure di assicurazione di qualità* (M Ferretti, Fornasier F, eds): 85–105. Roma: ANPA.
- Castello M., Nimis P.L., Alleteo D & Bellio MG, 1994. Biomonitoring of SO₂ and metal pollution with lichens and barks in Savona (N Italy). *Boll. Soc. Adriatica* 75: 73-83.
- Castello M., Nimis P.L., Cebulec E., Mosca R., 1995. Air quality assessment by lichens as bioindicators of SO₂ and bioaccumulators of heavy metals in the province of Trieste (NE Italy). *Agr. Med. Special Volume*: 233-243.
- Castello M., Skert N., 2005. Evaluation of lichen diversity as an indicator of environmental quality in the North Adriatic submediterranean region. *Science of the Total Environment* 336: 201– 214
- Cislaghi C., Nimis P.L., 1997. Lichens, air pollution and lung cancer. *Nature*, 387: 463-464.
- Deruelle S., 1977. Influence de la pollution atmospherique sur la végétation lichénique des arbres isolées dans la region de Mantes (Yvelines). *Rev Bryol Lichénol* 43 (2): 137-158.
- Del Guasta M., Sbrilli G., 1990. Distribuzione di licheni epifiti in un'area industriale dotata di rete di monitoraggio chimico dell'inquinamento atmosferico. *Acqua aria* 9: 787-797.
- Emili, 2004. Modelli di Dispersione degli Inquinanti in Atmosfera: applicazione del codice ISC3 ad Emissioni Puntuali di un impianto industriale nella Provincia di Trieste. Tesina di laurea in scienze ambientali, Università degli Studi di trieste, pp 54.
- Farrar J.F., 1973. Lichen physiology: progress and pitfalls. In: Ferry B.W., Baddeley M.S., Hawksworth D.L. (eds.), *Air pollution and Lichens*. Univ. Toronto Press. Toronto: 238-282.

- Ferry B.W., Baddeley M.S., Hawksworth D.L. (eds.), 1973. Air pollution and Lichens. Univ. Toronto Press, Toronto, 390 pp.
- Gasparo D., Castello M., Bargagli R., 1989. Biomonitoraggio dell'inquinamento tramite licheni. Studio presso un inceneritore (Macerata). *Studia Geobotanica* 9: 153-233.
- Hawksworth D.L., Rose L., 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature*, 227: 145-148.
- James P.W., 1973. The effects of air pollutants other than hydrogen fluoride and sulphur dioxide on lichens. In: Ferry B.W. et al (eds.) op. cit.
- Liška J., 1985. On the occurrence and ecology of lichen in Prague. *Prirod Vyznam Prahy*: 93-102.
- Loppi S., 1999. Licheni come bioaccumulatori di elementi in traccia: stato dell'arte in Italia. In: Piccini C., Salvati S. (eds.), *Atti del Workshop Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria sul territorio Nazionale*. Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Ser. Atti 2/1999: 123-143.
- Loppi S., Francalanci C., Pancini P., Marchi G., Caporali B., 1996. Lichens as biomonitors of air quality in Arezzo (central Italy). *Ecol Medit* 12: 11-16.
- Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D., Piervittori R., 2002. Identifying deviations from naturalness of lichen diversity for bioindication purposes. In: Nimis P.L. et al. (eds) op. cit.
- Loppi S., Ivanov D., Boccardi R., 2001. Biodiversity of epiphytic lichens and air pollution in the town of Siena (Central Italy). *Environmental pollution* 116: 123-128.
- Loppi S., Nascimene J., 1998. Lichen bioindication of air quality in the Mt. Amiata geothermal area (Tuscany, Italy). *Geothermics* 27 (3): 295-304.
- Loppi S., Putortì E., Signorini C., Fommei S., Pirintzos S.A., De Dominicis V., 1998. A retrospective study using epiphytic lichens as biomonitors of air quality: 1980 and 1996 (Tuscany, central Italy). *Acta Oecologica* 19 (4): 405-408.
- Lorenzini G., Soldatini G.F. (eds.), 1995. Responses of plants to air pollution. Biological and economic aspects. *Agr. Med. Special Volume*, 415 pp.
- Manning W.J., Feder W.A., 1980. *Biomonitoring air pollutants with plants*. Applied Science Publishers LTD, London.
- Markert B. (ed.), 1993. *Plants as biomonitors*. VCH Publishers, 644 pp.
- Miani N., Morgan B., Grahonja R., Fragiaco L., 2003. Monitoraggio dell'inquinamento della Provincia di Trieste tramite la biodiversità dei licheni epifiti. *Biologi Italiani* anno XXXIII n. 1: 56-60.
- Nylander W., 1886. Les lichens du Jardin de Luxembourg. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 13: 364-372.
- Nimis P.L., 1986. Urban lichen studies in Italy. II. The town of Udine. *Gortania* 7: 147-172.
- Nimis P.L., 1990. Air Quality Indicators and Indices. The use of plants as bioindicators and biomonitors of air pollution. In: Colombo A. & Premazzi G. (eds.): *Proceedings*

- International Workshop on Indicators and Indices, JRC Ispra, EUR 13060 EN: 93-126.
- Nimis P.L., 1993. The Lichens of Italy. An annotated catalogue. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino. Monogr. XII, 897 pp.
- Nimis P.L., 1999a. Il biomonitoraggio della “qualità dell’aria” in Italia. In: Piccini C. & Salvati S. (eds.), Atti del Workshop Biomonitoraggio della Qualità dell’Aria sul territorio Nazionale, Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Ser. Atti 2/1999: 267-277.
- Nimis P.L., 1999b. Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell’inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. In: Piccini C. & Salvati S. (eds.), Atti del Workshop Biomonitoraggio della Qualità dell’Aria sul territorio Nazionale, Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Ser. Atti 2/1999: 267- 277.
- Nimis P.L., Bargagli R., 1999. Linee-guida per l’utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. In: Piccini C. & Salvati S. (eds.), Atti del Workshop Biomonitoraggio della Qualità dell’Aria sul territorio Nazionale, Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Ser. Atti 2/1999: 279-289.
- Nimis P.L., Tretiach M., 1987. I licheni nell’area urbana di Roma. In: Bonnes M. (ed.) Urban ecology applied to the city of Rome, UNESCO-MAB Pr.11.3: 161-168
- Nimis P.L., Bargagli R., Benedet A., Castello M., Ciccarelli A., Gasparo D., Lausi D., Lazzarin G., Olivieri S., Tretiach M., 1989. I licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nell’area di Schio-Thiene-Breganze (Vicenza). Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona, 16: 1-154.
- Nimis P.L., Castello M. & Perotti M., 1991. Lichens as biomonitors of sulphur dioxide pollution in La Spezia (Northern Italy). *Lichenologist*, 22 (3): 333-344.
- Nimis P.L., Castello M., Perotti M., 1993. Lichens as bioindicators of heavy metal pollution: a case study at La Spezia (N Italy). In: Markert B. (ed.), Plants as biomonitors. Indicators for heavy metals in the terrestrial environment. VCH, Weinheim: 265-284.
- Nimis P.L., Lazzarin A., Lazzarin G., Gasparo D., 1991. Lichens as bioindicators of air pollution by SO₂ in the Veneto region (NE Italy). *Studia Geobotanica* 11: 3-76.
- Nimis P.L., Lazzarin A., Gasparo G., Gasparo D., 1996. Biomonitoring of SO₂ and metal pollution with lichens in the Province of Treviso (NE Italy). In: Azzoni R. et al. (eds.): Dalla Tossicologia alla Ecotossicologia, Pordenone: 9-27.
- Nimis P.L., Lazzarin G., Lazzarin A., Skert N., 2000. Biomonitoring of trace elements with lichens in Veneto (NE Italy). *The Science of the Total Environment* 255: 97-111.
- Nimis P.L., Skert N., Castello M., 1999. Biomonitoraggio di metalli in traccia tramite licheni in aree a rischio del Friuli-Venezia-Giulia. *Studia Geobotanica* 18: 3-49.

- Nimis P.L., Ianesch L., Rucli A., Skert N., 2001. La qualità dell'aria in Provincia di Gorizia. Licheni come sentinelle ambientali. Laboratorio dell'Immaginario Scientifico, pp 60.
- Nimis P.L., Martellos S, 2005. Italic, International System of Italian Lichens University of Trieste, Dept. of Biology, IN3.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
- Piccini C., Salvati S., 1999. Atti del Workshop Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria sul territorio Nazionale. Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Ser. Atti 2/1999, 337 pp.
- Piervittori R., 1999. Licheni come bioindicatori della qualità dell'aria: storia dell'arte in Italia. In: Piccini C. & Salvati S. (eds.), Atti del Workshop Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria sul territorio Nazionale. Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Ser. Atti 2/1999: 97-122.
- Purvis W., 2000. Lichens. Natural History Museum, London/Smithsonian Institution, London, Washington D.C., 112 pp.
- Recchia F., Castello M., Gasparo D., 1993. Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico tramite licheni nella provincia di Pescara. *Studia Geobotanica* 13: 313-348.
- Rose C.I., Hawksworth D.L., 1981. Lichen recolonization in London's cleaner air. *Nature*, 289: 289-292.
- Seaward M.R.D., 1996. Lichens and environment. In: Sutton B (ed.), *A century of micology*. Cambridge University Press, UK: 293-320.
- Seaward M.R.D., Letrouit-Galinou MA, 1991. Lichen recolonization of trees in the Jardin du Luxembourg, Paris (France). *Lichenologist*, 23 (2), 181-186.
- Skert N., Miani N., Mariuz M., Grahonja R., 2006. Biomonitoraggio dell'inquinamento da gas fitotossici nella Provincia di Trieste tramite licheni come bioindicatori. *Biologi Italiani*, anno XXXVI n. 5, maggio 2006, 65-74.
- Steubing L., Jaeger H.J., 1982. Monitoring air pollutants by plants. *Methods and Problems*. Jaeger, The Hague.
- Van Dobben H.F., De Bakker A.J., 1996. Re-mapping epiphytic lichen biodiversity in the Netherlands: effects of decreasing SO₂ and increasing NH₃. *Acta Botanica Neerlandica*, 45: 55-71.
- Van Dobben H.F., Wolterbeek H.T.H., Wamelink G.W..W, Ter Braak CJF, 2001. Relationship between epiphytic lichens, trace elements and gaseous atmospheric pollutants. *Environ. Pollut.*, 112: 163-169.
- Wildi O., Orloci L., 1990. Numerical exploration of community patterns. The Hague, SPB Academic Publishing, The Netherlands: pp 124.
- Wirth V., 1980. *Flechtenflora*. Ulmer. Stuttgart: 552 pp.