

GIOVANNI CANIGLIA, MAURO DE BENETTI, ANNAMARIA BUSNARDO,  
ELISABETTA LUCHESCHI

Dipartimento di Biologia - Sezione di Geobotanica  
Via Trieste, 75 - 35121 Padova.

LA VEGETAZIONE LICHENICA EPIFITA,  
INDICE AMBIENTALE IN VALLE ISARCO (BOLZANO)

RIASSUNTO

Allo scopo di individuare eventuali segni di inquinamento atmosferico in valle Isarco, sono state studiate le comunità licheniche epifite di questa zona. Su campioni di specie largamente diffuse (*Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia physodes*, ecc.) si sono eseguite microanalisi al S.E.M.

Sono stati inoltre calcolati gli indici di presenza lichenica (IPL) e di poleotolleranza (IP) che hanno permesso di verificare come la qualità dell'aria sia nel complesso buona; tuttavia risulta evidente un peggioramento qualitativo delle cenosi localizzate nelle stazioni di rilevamento situate alle quote più basse e prossime ai centri abitati e alle linee di flusso veicolare di intenso traffico.

ABSTRACT

EPIPHITIC LICHEN VEGETATION, ENVIRONMENTAL INDEX  
IN ISARCO VALLEY (BOLZANO - NORTH ITALY)

The epiphytic lichen communities on larch have been studied for a characterization of possible damages from atmospheric pollution in Isarco valley. Microanalysis have been done on abundantly diffused species (*Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia physodes*, ecc.); they have shown the presence of some elements: Fe, Ca, K, Mg, Al, Cl, S, P, Si.

---

Lavoro eseguito con finanziamento dell'ENEL CRTN di Milano.

Some index have been calculated (Lichenic Presence and Po-leotolerance) too; they have allowed to verify that the air's quality is generally good; but a qualitative worsening is evident in the communities located in stations at the lower altitude, with intense road traffic.

Parole chiave / Key words: Licheni, Bioindicatori, Isarco / Lichens, Bioindicators, Isarco.

## INTRODUZIONE

Lo stato della qualità dell'aria è un problema di grande attualità che coinvolge territori sempre più vasti in quanto si sono potuti registrare gli effetti di un inquinamento atmosferico anche in aree molto lontane dalle fonti primarie di emissione, quali le zone altamente industrializzate, le centrali termoelettriche e i grossi centri urbani (D'AVERSA, MONGUZZI, REMI, SCHULTZE, 1984; NIMIS, GIOVANI, PADOVANI, 1986; ANFOSSI, BONELLI, LONGHETTO, 1988).

Per la loro posizione geografica e per il loro orientamento, alcune vallate alpine possono costituire delle vie preferenziali per il movimento di masse d'aria e quindi per il trasporto di eventuali sostanze nocive in esse contenute (BACCI, PAGLIARI, LONGHETTO, 1988).

La valle dell'Isarco si troverebbe appunto nelle condizioni ideali per favorire trasporti transfrontalieri di questo tipo (CAMUFFO, BERNARDI, BACCI, NOVO, ONGARO, 1988).

La vallata (Fig. 1), nel tratto compreso tra il passo del Brennero (1370 m) e Vipiteno (948 m), è orientata in direzione NE SO, mentre piega verso SE nel tratto inferiore fino a Bressanone. Più a Sud si apre nella valle dell'Adige nel quale confluisce l'Isarco.

Il clima è tipicamente alpino ed è caratterizzato da inverni rigidi e da estati fresche con precipitazioni abbondanti concentrate soprattutto nei mesi estivi.

## I BIOINDICATORI

In base alla loro diversa sensibilità gli organismi viventi rispondono in maniera differenziata alle modificazioni dell'ambiente. Questo fatto può essere utilizzato per un monitoraggio in cui la chiave di lettura è fornita dalla rarefazione o dalla scomparsa di determinate specie e dalla progressiva modificazione delle comuni-

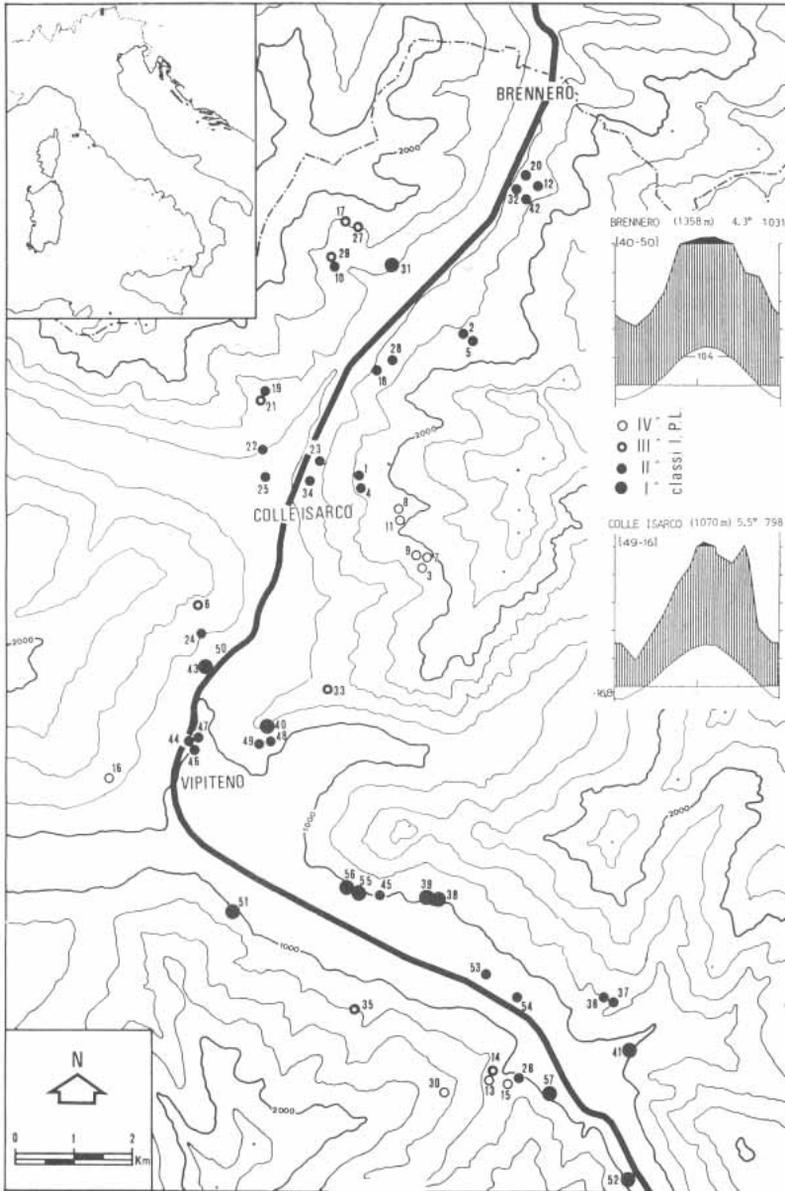


Fig. 1 - Rappresentazione cartografica dell'alta valle Isarco in cui si è voluto mettere in risalto il tracciato autostradale.

Le stazioni di rilevamento sono indicate con il simbolo della corrispondente classe di I.P.L.

Nel disegno sono stati inseriti i diagrammi climatici (WALTER, LIETH, 1964) di Colle Isarco e del passo del Brennero.

L'equidistanza delle curve di livello è di 250 m

tà di cui esse normalmente fanno parte (GHETTI, BONAZZI, 1981; GIULINI, 1988).

Per quanto riguarda la valutazione della qualità dell'aria, i licheni rivestono una notevole importanza e sono da diverso tempo utilizzati a questo scopo (SKYE, 1962; RICHARDSON, 1988).

La loro sensibilità è dovuta principalmente all'assenza di strutture di protezione e alla loro capacità di assorbimento, con conseguente accumulo di elementi, anche da soluzioni molto diluite (HALE, 1974; LAWREY, 1984).

In particolare la  $SO_2$ , uno dei principali responsabili delle piogge acide, interferisce con i processi fisiologici del fotobionte (HILL, 1974; ROBITAILLE, LE BLANC, RAO, 1977; HAWKSWORTH, ROSE, 1979) alterando lo stato della simbiosi lichenica e minacciandone in tal modo la sopravvivenza.

## MATERIALI E METODI

Come si è prima accennato, la valle di Isarco, con la "porta" del Brennero, costituisce una via preferenziale di transito, tra il centro e il sud Europa, per le masse d'aria che attraversano le Alpi orientali (CAMUFFO, BERNARDI, ONGARO, BACCI, NOVO, 1988). In questo contesto si è voluto verificare quali informazioni sulla qualità dell'aria si possono ottenere da osservazioni sulle comunità licheniche epifite presenti nel territorio.

Nel tratto di valle tra il passo del Brennero (1370 m) e l'abitato di Ora (900 m), a sud di Mauls, si sono eseguiti rilevamenti della vegetazione lichenica epifita in una fascia altitudinale compresa tra i 900 e i 1900 m (CANIGLIA, BUSNARDO, LUCHESCHI, DE BENETTI, 1988).

Al fine di uniformare la metodica di rilevamento si è utilizzato un reticolo di superficie standard ( $6 \text{ dm}^2$ ) formato da due asticcioline in plexiglass tenute parallele da cordini di nylon.

Tale attrezzo veniva appoggiato sul tronco ad altezza di petto d'uomo, in corrispondenza dell'area più densamente ricoperta da licheni, delimitando in tal modo la superficie da rilevare. I rilevamenti hanno permesso di evidenziare la successione dei tipi vegetazionali e di quantificare, mediante indici numerici, la presenza lichenica nelle diverse stazioni.

Le specie più frequenti sono state inoltre oggetto di campionamento per una microanalisi di comparazione sulle superfici talline mediante sonda a raggi x applicata al SEM.

## VEGETAZIONE LICHENICA EPIFITA

La vegetazione lichenica epifita rappresenta la risultante dei rapporti che intercorrono tra le diverse specie che colonizzano un substrato, il substrato stesso e l'ambiente circostante.

Una metodologia di rilevamento "randomizzata", non mirata alla individuazione di un tipo vegetazionale ben preciso, comporta l'utilizzo di rilievi "spuri". Ciò non ha comunque impedito la realizzazione di una tabella fitosociologica (Tab. 1) dalla cui analisi si può constatare la presenza diffusa di comunità licheniche agevolmente riconducibili a uno *Pseudevernetum furfuraceae* s.l.

Si tratta di una associazione epifita, frequente in ambiente montano, che predilige scorze di conifere in siti bene illuminati e con scarso apporto di nutrienti azotati (BARKMAN, 1958).

La presenza di *Letharia vulpina* (L.) Ach., *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo et Hawksw. e in parte anche di *Cetraria chlorophylla* (Willd.) Vain. e *Cetraria laureri* Krempelh., mette in evidenza come nei primi nove rilievi della tabella, che si riferiscono a stazioni di quote molto elevate, compaia una facies di transizione tendente a un *Letharietum vulpinae* Gams 1927, associazione di ambiente alpino che si ritrova preferenzialmente sulla scorza di larici e cirmoli in zone a clima caratterizzato da una certa continentalità (NIMIS, 1981).

In un secondo contingente di rilievi (dal n° 10 al n° 17) si nota una certa incidenza in specie del *Cetrarion pinastris* Ochsner 1928 come: *Cetraria pinastris* (Scop.) Gray, *Parmeliopsis ambigua* (Wulf.) Nyl. e *P. hyperopta* (Ach.) Arn.

Fra questi rilievi è da porre in risalto il n° 11 nel quale *Pseudevernia furfuracea* (L.) Ach. è stata ritrovata "fruttificata", fenomeno assai poco frequente e che potrebbe indicare un ambiente particolarmente favorevole.

Un terzo gruppo di rilievi, il più consistente (dal n° 18 al n° 37), non presenta particolari specie differenziali ed è tipicamente inquadrabile nel già citato *Pseudevernetum furfuraceae* Hil. 1925.

Nei rilievi dal n° 38 al n° 41 è da mettere in risalto la presenza di *Parmelia flaventior* Stirt., specie poco frequente rinvenibile in Italia nelle vallate alpine a clima subcontinentale (NIMIS, 1986).

Nei rimanenti rilievi della tabella si assiste alla graduale rarefazione delle specie dello *Pseudevernetum furfuraceae* (Barkm., 1958) James & al. 1977 e alla progressiva comparsa, talora con un discreto grado di ricoprimento, di alghe verdi (*Pleurococcus* sp.). Queste, secondo dati di letteratura (BARKMAN, 1958; HAWKSWORTH, ROSE, 1970) potrebbero indicare un generale peggioramento della qualità ambientale.

Tab. 1

## Rilevamento di cenosi epifite in Valle Isarco

I valori di copertura sono espressi in classi (+ = presenza &lt;1%; 1= da 1 a 20%;

Rilevo n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Data (1987) giorno/mese	28/1	24/6	24/9	28/1	24/6	25/6	24/9	24/9	24/9	24/6	24/9	24/6	25/9
Versante orografico	sin.	sin.	sin.	sin.	sin.	dex.	sin.	sin.	sin.	dex.	sin.	sin.	dex.
Altitudine m s.l.m.	1800	1810	1860	1800	1810	1445	1860	1940	1870	1600	1900	1600	1200
diametro cm	-	65	30	-	50	60	50	60	40	50	45	90	50
Esposizione	S	SO	NE	O	E	NE	NE	E	NE	S	NO	O	SE
Copertura lichenica %	65	40	80	60	30	70	95	90	50	25	70	40	80
Copertura muscinale %	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Copertura algale %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPL Indice Presenza Lichenica	3.9	4.5	8.4	4.9	2.8	6.6	10.0	9.6	9.3	4.4	8.3	4.6	8.3
IP Indice di Poleotolleranza	3.4	3.6	4.3	3.9	4.1	3.9	4.2	3.9	4.3	3.8	4.2	4.5	3.9
Numero specie rilev.	6	8	10	9	5	8	11	11	11	8	11	9	13
Hypogymnia physodes	+	1	2	.	1	2	2	1	1	1	1	2	1
Pseudevernia furfuracea	1	2	2	3	1	2	2	2	1	1	2	1	+
Parmelia sulcata	.	+	1	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1
Parmeliopsis ambigua	+	+	1	1	1	+	.	.	.	.	1	+	1
Cetraria pinastri	(+)	(+)	1	.	.	1	1	.	1	+	1	.	1
Usnea subfloridana	+	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Bryoria fuscescens	1	.	1	+	+	1	.	1	3	.	.	.	.
Cetraria chlorophylla	.	.	1	+	.	.	.	1	1	.	+	.	+
Cetraria laureri	.	.	.	.	.	1	1	+	.	1	1	+	+
Letharia vulpina	2	1	1	+	(+)	+	+	2	1	.	.	.	.
Usnea glabrescens	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Usnea florida	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Usnea inflata var. cornuta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
Parmeliopsis hyperopta	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+
Evernia divaricata	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.
Pertusaria albescens	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	.	.	.
Parmelia saxatilis	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	+	.
Parmelia flaventior	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Usnea lapponica	.	.	1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
Bryoria nadvornikiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Bryoria subcana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Bryoria implexa	.	.	.	.	.	.	2	1	1	.	1	.	.
Hypocenomyce scalaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Hypogymnia tubulosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Evernia prunastri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Parmelia subaurifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Hypogymnia bitteri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Platismatia glauca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Usnea ceratina	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Bryoria pseudofuscescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parmelia glabrata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypogymnia bitteriana	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Cetrelia olivetorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurococcus sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lecanora gr. allophana	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Lecanora intumescens	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Xanthoria parietina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Candelaria concolor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Physcia orbicularis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Numero specie sporadiche	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0



(segue tab. 1)

Rilevamento di cenosi epifite in Valle Isarco

I valori di copertura sono espressi in classi (+ = presenza <1%; 1 = da 1 a 20%;

Rilievo n°	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Data (1987) giorno/mese	24/6	25/6	24/6	25/9	24/9	24/9	24/9	24/9	25/6	24/9	24/6	25/6	24/9
Versante orografico	sin.	sin.	sin.	dex.	sin.	dex.	dex.						
Altitudine m s.l.m.	1440	1350	1330	1310	1250	1210	1050	1050	1280	990	1590	1145	990
diametro cm	-	35	60	15	60	-	30	50	50	60	35	15	60
Esposizione	O	N	E	NO	NE	NE	NO	NO	NE	SO	O	N	N
Copertura lichenica %	50	50	70	40	40	40	35	40	15	5	65	30	30
Copertura muscinale %	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Copertura algale %	-	-	-	-	-	-	-	10	10	3	+	+	10
IPL Indice Presenza Lichenica	3.2	6.4	3.4	5.5	2.9	2.3	1.6	1.9	1.9	1.6	3.7	1.5	3.4
IP Indice di Poleotolleranza	4.7	5.0	4.4	5.8	5.0	4.1	5.5	5.9	4.1	5.6	3.8	4.5	5.2
Numero specie rilev.	4	10	5	9	4	4	4	4	6	4	5	4	7
Hypogymnia physodes	3	2	1	1	2	1	1	.	1	.	1	2	1
Pseudevernia furfuracea	1	1	3	.	1	1	.	.	1	1	4	.	1
Parmelia sulcata	.	(+)	+	+	1	.	.	1	.	1	.	.	1
Parmeliopsis ambigua	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cetraria pinastri	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Usnea subfloridana	.	.	.	.	.	1	.	1	+	.	.	.	.
Bryoria fuscescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cetraria chlorophylla	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cetraria laureri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Letharia vulpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Usnea glabrescens	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Usnea florida	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Usnea inflata var. cornuta	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parmeliopsis hyperopta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Evernia divaricata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Pertusaria albescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parmelia saxatilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parmelia flaventior	.	.	.	.	.	.	2	2	+	1	.	.	.
Usnea lapponica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryoria nadvornikiana	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryoria subcana	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryoria implexa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypocenomyce scalaris	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Hypogymnia tubulosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Evernia prunastri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parmelia subaurifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypogymnia bitteri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Platismatia glauca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Usnea ceratina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryoria pseudofuscenscens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parmelia glabratula	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypogymnia bitteriana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cetrelia olivetorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurococcus sp.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	+	+	1
Lecanora gr. allophana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lecanora intumescens	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Xanthoria parietina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Candelaria concolor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Physcia orbicularis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Numero specie sporadiche	0	5	0	6	0	1	2	0	0	0	0	2	2



Le ultime cinque colonne si riferiscono a rilievi effettuati verso i limiti inferiori della fascia altitudinale considerata, ove si assiste alla graduale diversificazione dei substrati arborei. I larici sono meno diffusi e vengono sostituiti da altre conifere (per lo più pino silvestre) o da specie arboree a foglia caduca di introduzione antropica.

Si assiste qui a una radicale sostituzione "floristica" nelle cenosi licheniche con la comparsa, tra l'altro con scarso grado di copertura, di specie euriecie e tossitolleranti dello *Xanthorion parietinae* Ochsner 1928 e del *Lecanorion variae* Barkman 1958. Elementi di quest'ultima alleanza, attribuibili ad un *Lecideetum scalaris* Hil. 1925, sono evidenziabili nell'ultimo rilievo della tabella (n° 57) per la presenza dominante di *Hypocenomyce scalaris* (Ach.) Choisy [= *Lecidea scalaris* (Ach.) Ach.].

## MICROANALISI

Dagli stessi siti ove si sono rilevate le comunità licheniche sono stati prelevati anche campioni di talli appartenenti alle specie più frequenti al fine di mettere in luce la presenza di eventuali elementi tossici e il loro possibile accumulo (SEAWARD, 1974; NIEBOR, RICHARDSON, TOMMASINI, 1978; NIEBOR, RICHARDSON, LAVOIE, PADOVAN, 1979; NIEBOR, RICHARDSON, BOILEAU, BECKETT, LAVOIE, PADOVAN, 1982).

Per la microanalisi si è fatto uso di una microsonda a raggi X applicata a un microscopio elettronico a scansione (Cambridge StereoScan 250) (\*).

I campioni di tallo, accuratamente mondati da eventuali residui di substrato, sono stati asciugati all'aria in un essiccatore contenente gel di silice e quindi sigillati in sacchetti di polietilene fino al momento della microanalisi.

Questa è stata effettuata sulla superficie di frammenti di tallo preventivamente carbonati; la zona investigata per l'analisi è stata di 15000  $\mu\text{m}^2$  per un tempo di misura di 400 secondi, durante i quali le intensità dei raggi X emessi dagli elementi presenti sulla superficie eccitata sono state registrate come conteggi per secondo. Que-

---

(\*) Si ringrazia il Sig. Claudio Furlan, del Centro Universitario Grandi Apparecchi Scientifici dell'Università di Padova, per la preziosa assistenza.

sta metodologia (ARMIGLIATO, VALDRÈ, 1980) ha permesso di evidenziare la presenza di alcuni elementi (Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Fe). Non è stato possibile invece determinare la presenza di metalli pesanti data la bassa concentrazione degli stessi e la sovrapposizione dei loro picchi di emissione con quelli di altri elementi presenti in maggiore quantità.

Poiché sono stati sottoposti a microanalisi numerosi campioni, provenienti da varie stazioni della vallata, si è tentato di delineare un andamento semiquantitativo dei valori elementali ottenuti.

Sono stati raccolti e analizzati campioni di *Pseudevernia furfuracea* (L.) Ach., *Hypogymnia physodes* (L.) Ach., *Cetraria pinastri* (Scop.) Röhl., *Parmelia sulcata* Tayl., *Cetraria laureri* Kempelh., *Letharia vulpina* (L.) Hue, *Parmelia flaventior* Stirt. e *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arn.

Solo delle prime due specie si è potuto raccogliere un adeguato numero di campioni rappresentativo di tutta l'area indagata e pertanto limitiamo solo ad esse alcune considerazioni sugli elementi identificati (Fig. 2).

Per *Pseudevernia* e *Hypogymnia* sono messi a confronto, in ordine sequenziale dall'alto in basso, gli andamenti di S, P, Cl, Si, Al, Mg, Ca, K, e Fe. Inoltre, per consentire una visione di sintesi sull'andamento degli elementi identificati, le stazioni di rilevamento, indicate in ascissa con lo stesso numero d'ordine con cui compaiono nella tabella fitosociologica, sono state ordinate sulla base dei valori crescenti per lo zolfo.

Dal confronto dei grafici emerge una sostanziale analogia nell'andamento degli elementi fra le due specie.

A valori crescenti per lo zolfo si ha concordanza anche per il fosforo e in parte anche per il cloro.

Questo elemento presenta dei valori piuttosto elevati che, se per i limiti della metodologia adottata non possiamo considerare in assoluto, sono probabilmente attribuibili alla Cloroatranorina, "sostanza lichenica" contenente cloro presente in molte *Parmeliaceae* come *Pseudevernia furfuracea* (L.) Ach. e *Hypogymnia physodes* (L.) Ach. (CULBERSON, 1969).

Il silicio, relativamente abbondante, invece presenta un andamento discordante rispetto a quello dello zolfo.

Gli altri elementi, pur con oscillazioni anche molto marcate rispetto agli altri valori presenti (cfr. il caso del potassio e del calcio) si mantengono a livelli stazionari con andamenti pressoché costanti.

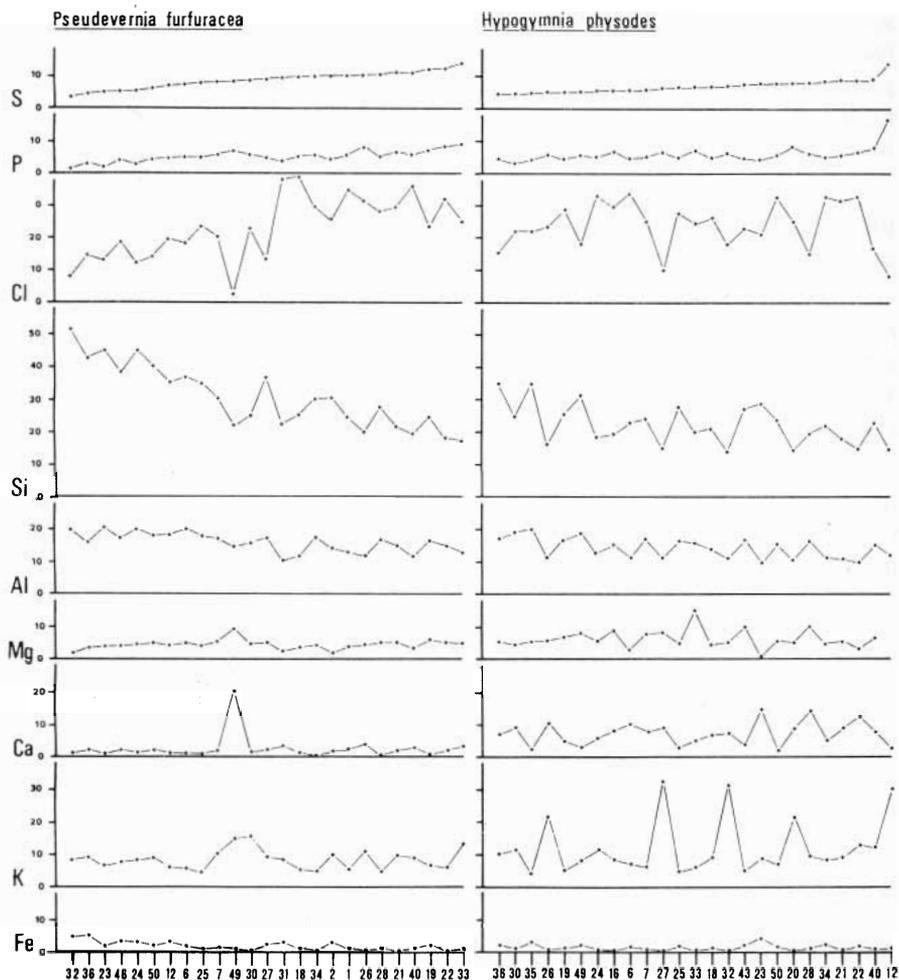


Fig. 2 - Rappresentazione dell'andamento dei risultati delle analisi elementali (esprese in ordinata come intensità %) ordinate secondo l'andamento crescente per i valori di S. In ascissa sono riportati i numeri delle stazioni di rilevamento.

## UTILIZZO DELLA VEGETAZIONE LICHENICA COME INDICE AMBIENTALE

Come la presenza o l'assenza di determinate specie possono suggerire l'esistenza di particolari condizioni ambientali, così, a maggior ragione, l'esame delle cenosi permette di valutare in maniera integrata e quindi con maggiore completezza l'andamento dei parametri ambientali.

L'analisi della vegetazione lichenica epifita in val d'Isarco ha consentito di evidenziare due fenomeni:

– il primo consta in una generale riduzione sia del numero di specie, ma soprattutto nella riduzione della copertura totale, man mano che si scende di quota.

– il secondo, già citato, riguarda la sostanziale modificazione delle cenosi licheniche nel fondovalle.

Si è tentato di quantificare questi fenomeni, tra l'altro anche di agevole osservazione macroscopica, ricorrendo all'utilizzo di due indici ecologici adattati alla situazione locale.

Il primo, chiamato Indice di Presenza Lichenica (I.P.L.) è basato su un'analisi quantitativa delle cenosi.

Esso si ottiene integrando tra loro i dati sul numero di specie presenti nei rilievi e sulle relative coperture.

Il secondo, detto Indice di Poleotolleranza (I.P.) è stato messo a punto da Trass (1973) e si basa su un'analisi semiquantitativa che permette di correlare le cenosi rilevate nelle diverse stazioni con livelli massimi di concentrazione della SO<sub>2</sub> nell'aria compatibili con la composizione delle cenosi stesse.

### RISULTATI OTTENUTI CON L'UTILIZZO DELL'I.P.L.

L'indice di presenza lichenica è stato da noi sviluppato sulla traccia dell'I.A.P. (LEBLANC, DE SLOOVER, 1970) e delle sue successive modificazioni (DERUELLE, 1978).

La formula utilizzata si ispira a quella originaria dalla quale differisce per la scala di copertura utilizzata e per l'ampiezza dei valori ottenibili che vanno da 0 a 10.

$$\text{I.P.L.} = \frac{\sum_1^n q \times c}{(\sum q \times c) \text{ max}} \times 10$$

ove in un rilievo di n specie:

q è il **coefficiente ecologico** di una specie lichenica, cioè il numero medio di specie che la accompagnano nelle stazioni in cui essa è presente ( si tratta di un'informazione sulla maturità/complexità delle cenosi in cui la specie stessa compare)

c è la classe di copertura (PIGNATTI, 1952) della specie in questione (+ è considerato 0,5).

( $\sum q \times c$ ) max è la massima  $\sum$  ottenuta tra tutte le stazioni.

I valori di I.P.L. ottenuti per i rilievi effettuati in valle di Isarco (Fig. 3) sono stati suddivisi in quattro classi a intervalli variabili  $I^A = IPL \leq 2$ ;  $II^A = 2 < IPL \leq 5$ ;  $III^A = 5 < IPL \leq 8$ ;  $IV^A = 8 < IPL \leq 10$  al fine di dare maggior risalto ai valori estremi.

Le diverse classi sono rappresentate in figura 1 con simboli differenti e, come si può notare, i rilievi appartenenti alle prime classi di IPL sono localizzati in prossimità dei centri abitati e alle quote più basse.

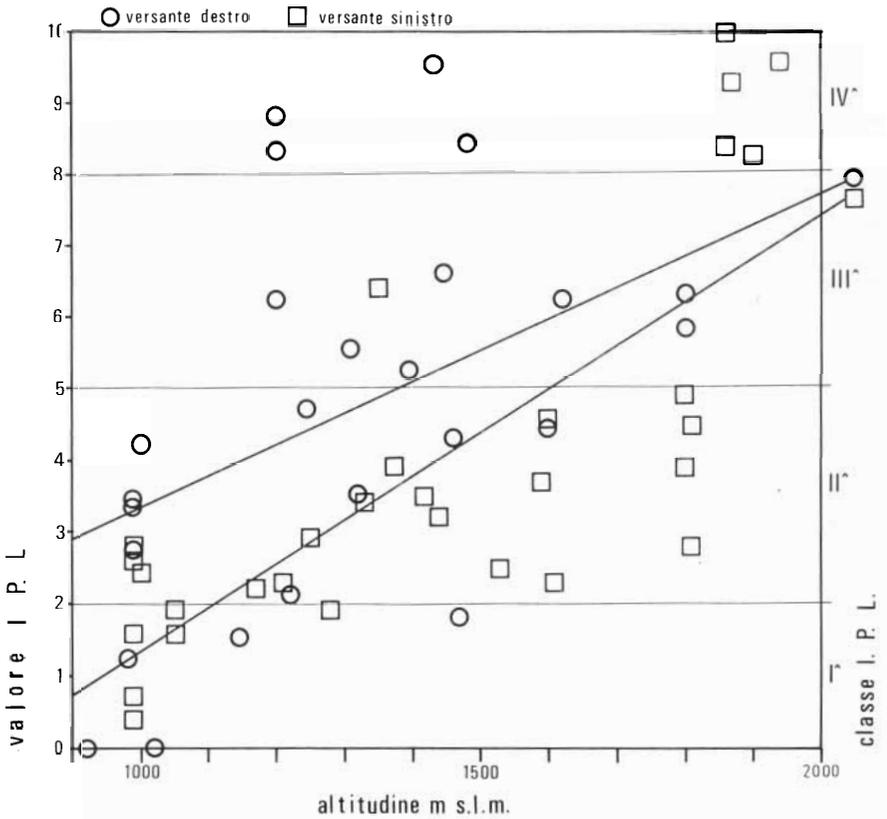


Fig. 3 - Ripartizione dei rilievi, evidenziati per ciascun versante, nelle quattro classi di I.P.L.

Le due rette di regressione indicano l'andamento medio della diminuzione della "presenza lichenica", fra i due versanti della vallata in funzione dell'altitudine.

Un basso valore di IPL corrisponde a una scarsa complessità e/o a un basso grado di copertura delle cenosi licheniche.

Questo indice evidenzia abbastanza bene le situazioni globali già messe in luce dall'analisi fitosociologica.

La diminuzione della presenza lichenica dalle quote più elevate al fondovalle può essere imputata sia a fattori naturali (variazioni del microclima, differenze di substrato ecc.) sia alla maggiore presenza antropica nel fondovalle, determinante un possibile peggioramento della qualità dell'aria.

Per discriminare gli eventuali effetti di quest'ultimo fattore si è ricorsi all'utilizzo di un altro indice, come esposto in quanto segue.

## RISULTATI OTTENUTI CON L'UTILIZZO DELL'I.P.

L'indice di poleotolleranza (I.P.) è stato messo a punto in U.R.S.S. da TRASS (1973) e si basa sia sulla presenza/assenza di determinate specie indicatrici, sia sul grado di copertura delle comunità da esse formate.

È stato calcolato nel seguente modo:

---

$$I.P. = \sum_{i=1}^n \frac{a \times c}{C}$$

dove in un rilievo di n specie:  
a rappresenta il coefficiente di poleotolleranza e c la classe di copertura di ciascuna specie.  
C rappresenta la somma dei gradi di ricoprimento della specie presenti nel rilievo in questione.

---

Il coefficiente di poleotolleranza delle diverse specie viene fornito da un'apposita tabella e va da 1 per le specie più sensibili a 10 per le specie più resistenti.

La maggioranza delle specie rilevate nella zona da noi presa in esame è compresa nella lista pubblicata da TRASS (1973); per altre il valore di poleotolleranza è stato estrapolato dai risultati di osservazioni in campagna e dal confronto tra dati di letteratura (SKIE, 1968; HAWKSWORTH, ROSE, 1970; TURIAN, DESBAUMES, 1975; DERUELLE, 1977; CRESPO, MANRIQUE, BARRENO, SERINA, 1977; WIRTH, 1980; CRESPO, BUENO, 1982; NIMIS, 1985; TÜRK, 1988; WITTMAN, TÜRK, 1988).

Una volta calcolato l'I.P. è possibile, facendo riferimento a un'altra tabella sempre pubblicata da TRASS (1973), correlare le diverse cenosi a valori massimi di concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'aria compatibili con la loro esistenza e quindi evidenziare l'andamento di eventuali fenomeni di inquinamento atmosferico.

Poiché la vegetazione arborea della zona considerata è costi-

tuita essenzialmente da larici, i rilevamenti fanno riferimento quasi esclusivamente a quest'unico substrato; pertanto la metodologia di rilevamento da noi utilizzata si discosta da quella originale che prevede l'esame di differenti specie arboree (TRASS, 1973).

Come si può osservare in figura 4, i valori di I.P. delle cenosi rilevate lungo i versanti sono compresi tra 3 e 5, il che sta ad indicare una tollerabilità per una concentrazione media annua massima di  $\text{SO}_2$  nell'aria pari a  $30 \mu\text{g}/\text{mc}$ .

Verso il fondovalle, quando le cenosi gradualmente si modificano passando dalle associazioni dello *Pseudevernia* allo *Xanthorion* si ha un aumento della tollerabilità oltre  $100 \mu\text{g}/\text{mc}$  di  $\text{SO}_2$  nell'aria.

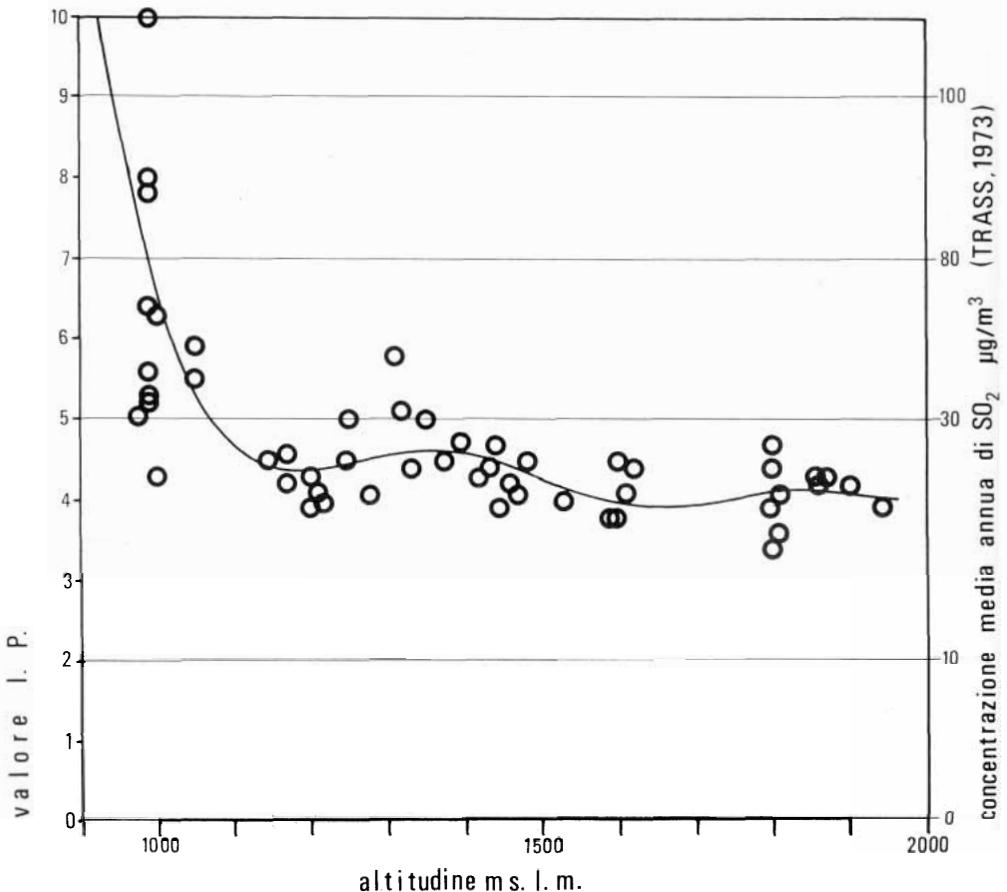


Fig. 4 - Rappresentazione delle diverse cenosi licheniche rilevate in funzione dell'altitudine e dei valori di I.P. Sulla destra sono indicate le concentrazioni medie annue di  $\text{SO}_2$  compatibili con la loro esistenza (TRASS, 1973).

## CONCLUSIONI

L'analisi della vegetazione lichenica epifita in valle Isarco ha evidenziato come non siano rilevabili su quest'ultima marcati effetti imputabili a inquinanti eventualmente trasportati dalle masse d'aria circolanti.

Ciò è particolarmente vero per le quote maggiori dove le cenosi licheniche presenti, nelle quali compaiono specie piuttosto sensibili, corrispondono a quelle prevedibili per un ambiente alpino in buono stato (WIRTH, 1980).

Nel fondovalle, invece, la presenza antropica, costituita in massima parte dalle arterie stradali e dai centri abitati, incide in misura ragguardevole sullo sviluppo e sulla composizione delle comunità licheniche.

Si tratta però di effetti localizzati che, come tali, non possono essere messi in relazione con l'ipotizzata presenza di inquinanti atmosferici provenienti da luoghi molto distanti; presenza che, a nostro parere, è probabilmente di modesta entità.

## BIBLIOGRAFIA

- ANFOSSI D., BONELLI P., LONGHETTO A., 1988 - *Monitoraggio del trasporto a grande distanza attraverso misurazioni su un valico nelle Alpi occidentali*. Atti del Convegno: L'inquinamento atmosferico e il suo impatto sull'ambiente. Sep Pollution, Padova: 171-177.
- ARMIGLIATO A., VALDRÈ V., 1980 - *Microscopia elettronica a scansione e microanalisi*. "Lo Scarabeo", Bologna, 1-2.
- BACCI P., PAGLIARI M., LONGHETTO A., 1988 - *Trasporto di inquinanti a distanza*. Atti del Convegno Trasporto Transfrontaliero di inquinanti atmosferici e stato dell'ambiente in zona alpina. Bressanone, 27-28 ottobre. 24 pp.
- BARKMAN J.J., 1958 - *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Van Gorcum & Co., Assen, 628 pp.
- CAMUFFO D., BERNARDI A., BACCI P., NOVO A., ONGARO A., 1988 - *Aspetti fisico-chimici del trasporto transfrontaliero di inquinanti atmosferici in un valico nelle Alpi orientali*. Atti del Convegno: L'inquinamento atmosferico e il suo impatto nell'ambiente. Sep Pollution, Padova: 87-108.
- CAMUFFO D., BERNARDI A., ONGARO A., BACCI P., NOVO A., 1988 - *Condizioni meteorologiche favorevoli al trasporto di inquinanti atmosferici attraverso il passo del Brennero*. Atti del Convegno: Trasporto transfrontaliero di inquinanti atmosferici e stato dell'ambiente in zona alpina. Bressanone, 27-28 ottobre. 32 pp.
- CANIGLIA G., BUSNARDO A., LUCHESCHI E., DE BENETTI M., 1988 - *Licheni epifiti, bioindicatori di inquinamento atmosferico in val d'Isarco (BZ)*. Atti del Convegno: L'inquinamento atmosferico e il suo impatto sull'ambiente. Sep Pollution, Padova: 333-338.
- CRESPO A., MANRIQUE E., BARRENO E., SERINA E., 1977 - *Valoracion de la contaminacion atmosferica del area urbana de Madrid mediante bioindicadores (Liquenes epifitos)*. Anal. Inst. Bot. Cavanilles: 34 (1): 71-94.
- CRESPO A., BUENO A.G., 1982 - *Valoracion de áreas isocontaminadas en la Casa de Campo de Madrid mediante el analisis de bioindicadores (Liquenes epifitos)*. Collectanea Botanica 13 (1): 279-294.
- CULBERSON F.C., 1969 - *Chemical and Botanical Guide to Lichen Products*. Univ. North Carolina Press, Chapel Hill, 628 pp.
- D'AVERSA M., MONGUZZI C., REMI S., SCHULTZE G., 1984 - *Le piogge acide*. Angeli ed., Milano, 254 pp.

- DERUELLE S., 1977 - *Influence de la pollution atmosphérique sur la végétation lichénique des arbres isolés dans la région de Mantes (Yvelines)*. Rev. Bryol. Lichénol., 43 (2): 137-158.
- DERUELLE S., 1978 - *Les lichens et la pollution atmosphérique*. Bull. Ecol. 9 (2): 87-128.
- GHETTI P.F., BONAZZI G., 1981 - *I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua*. Manuali di utilizzazione degli indicatori biologici di qualità delle acque - C.N.R. ROMA. AQ/1/127: 11-19.
- GIULINI P., 1988 - *Gli indicatori biologici e gli anelli degli alberi come bio-registratori dell'inquinamento atmosferico*. Atti del Convegno: L'inquinamento atmosferico e il suo impatto sull'ambiente. Sep Pollution, Padova: 315-332.
- HALE M.E., 1974 - *The biology of lichens*. Arnold, London, 181 pp.
- HAWKSWORTH D.L., ROSE F., 1970 - *Qualitative Scale for estimating Sulphur Dioxide Air Pollution in England and Wales using Epiphytic Lichens*. Nature, 227: 145-148.
- HAWKSWORTH D.L., ROSE F., 1979 - *Lichens as pollution monitors*. Studies in Biology, 66, Arnold, London, 60 pp.
- HILL D.J., 1974 - *Some effects of sulphite on photosynthesis in lichens*. New Phytol., 73: 1193-1205.
- LAWREY J.D., 1984 - *Biology of lichenized fungi*. Praeger Publ., New York, 408 pp.
- LEBLANC F., DE SLOOVER J., 1970 - *Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal*. Can. J. Bot., 48: 1485-1496.
- NIEBOR E., RICHARDSON D.H.S., TOMMASINI F.D., 1978 - *Mineral uptake and release by Lichens An overview*. Bryologist, 81; 226-246.
- NIEBOR E., RICHARDSON D.H.S., LAVOIE P., PADOVAN D., 1979 - *The role of metal-Ion binding in modifying the toxic effects of sulphur dioxide on the lichen Umbilicaria muhlenbergii. I Potassium Efflux Studies*. New Phytol., 82: 621-632.
- NIEBOR E., RICHARDSON D.H.S., BOILEAU L.J.R., BECKETT P.J., LAVOIE P., PADOVAN D., 1982 - *Lichens and mosses as monitors of industrial Activity associated with Uranium Mining in Northern Ontario, Canada*. Env. Poll. ser B4: 181-192.
- NIMIS P.L., 1981 - *Epiphytic lichen vegetation in the Lumiei-valley (Carnian Alps)*. Gortania - Atti Museo Friul. Storia Nat., 3: 123-142.
- NIMIS P.L., 1985 - *Urban lichen studies in Italy Ist: The town of Trieste*. Studia Geobotanica, 5: 49-74.
- NIMIS P.L., 1986 - *I Macrolicheni d'Italia - Chiavi analitiche per la*

- determinazione. Gortania - Atti Museo Friul. Storia Nat. 8: 101-220.
- NIMIS P.L., GIOVANI C., PADOVANI R., 1986 - *La contaminazione da Cesio-134 e Cesio-137 nei macromiceti del Friuli-Venezia Giulia nel 1986*. Studia Geobotanica, 6: 3-121.
- PIGNATTI S., 1952 - *Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta con particolare riguardo alla vegetazione litoranea*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 28 (4): 265-329.
- RICHARDSON D.H.S., 1988 - *Understanding the pollution sensitivity of lichens*. Botanical Journal of the Linnean Society, 96: 31-43.
- ROBITAILLE G., LE BLANC F., RAO D.N., 1977 - *Acid rain a factor contributing to the paucity of Epiphytic Cryptogams in the vicinity of a Copper smelter*. Rev. Bryol. Lichèmol., 43: 53-66.
- SEAWARD M.R.D., 1974 - *Some observations on heavy metal toxicity and tolerance in lichens*. 6: 158-164.
- SKYE E., 1968 - *Lichens and Air Pollution*. Acta Phytogeogr. Suecica, 52: 1-123.
- TRASS H., 1973 - *Lichen sensitivity to the air pollution and index of poleotolerance (I.P.)*. Fol. Crypt. Est. 3: 19-22.
- TURIAN G., DESBAUMES P., 1975 - *Cartographie de quelques lichens indicateurs de la pollution atmosphérique à Genève*. Saussurea, 6: 317-324.
- TÜRK R., 1988 - *Bioindikation von Luftverunreinigungen mittels Flechten. Ökophysiologische Probleme durch Luftverunreinigungen*. Karl-Franzens-Universität Graz: 13-27.
- WALTER H., LIETH H., 1964 - *Klimadiagramm Weltatlas*. Fischer, Jena, 2.
- WIRTH V., 1980 - *Flechtenflora*. Ulmer, Stuttgart. 552 pp.
- WITTMANN H., TÜRK R., 1988 - *Immissionsökologische Untersuchungen über den epiphytischen Flechtenbewuchs in der Umgebung des Magnesitwerkes in Hochfilzen (Tirol/Österreich)*. Cbl. ges.Forstwesen, 105 (1): 35-45.

## APPENDICE

Specie sporadiche, non presenti nella tabella 1

- Ril. 1, 2, 3 - nessuna  
Ril. 4 - *Lecidea* sp.  
Ril. 5, 6, 7, 8, 9 10, 11, 12, 13, 14, 15 - nessuna  
Ril. 16 - *Pertusaria amara* (Ach.) Nyl.  
Ril. 17 - *Ramalina pollinaria* (Westh.) Ach.  
Ril. 18 - nessuna  
Ril. 19 - *Chaenotheca chrysocephala* (Turn.) Th. Fr.  
Ril. 20, 21 - nessuna  
Ril. 22 - *Xanthoria candelaria* (L.) Th. Fr.  
Ril. 23, 24, 25, 26 - nessuna  
Ril. 27 - *Lecanora carpinea* (L.) Vain, *Parmelia exasperatula* Nyl.  
Ril. 28 - *Chaenotheca chrysocephala* (Turn.) Th. Fr.  
Ril. 29 - nessuna  
Ril. 30 - *Lecanora carpinea* (L.) Vain, *Rinodina corticola* (Arnold) Arnold,  
*Parmelia exasperatula* Nyl., *Caloplaca holocarpa* (Hoffm.) Wade,  
*Opegrapha varia* s.l.  
Ril. 31, 32 - nessuna  
Ril. 33 - *Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold, *Rinodina corticola* (Arnold)  
Arnold, *Lecanora hypoptoides* Nyl., *Caloplaca ferruginea* (Huds.)  
Th. Fr., *Physcia hyspida* s.l.  
Ril. 34 - nessuna  
Ril. 35 - *Caloplaca holocarpa* (Hoffm.) Wade, *Lecanora hagenii* (Ach.)  
Ach., *Lecanora glabrata* (Ach.) Malme, *Caloplaca flavorubescens*  
(Huds.) Laund., *Candelariella xanthostigma* (Pers.) Lett., *Leci-*  
*della euphorea* (Flörke) Hertel  
Ril. 36 - nessuna  
Ril. 37 - *Lecidea* sp.  
Ril. 38 - *Parmelia pastillifera* (Harm.) Schub. ex Klem., *Lepraria* sp.  
Ril. 39, 40, 41, 42 - nessuna  
Ril. 43 - *Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold, *Lecanora fuscescens* (Sommerf.)  
Nyl.  
Ril. 44 - *Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach., *Parmelia elegantula* (Zahlbr.)  
Szat.  
Ril. 45 - *Lecanora carpinea* (L.) Vain., *Lecanora umbrina* (Ehrh.) Massal.  
Ril. 46 - *Xanthoria candelaria* (L.) Th. Fr.  
Ril. 47, 48 - nessuna  
Ril. 49 - *Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold  
Ril. 50, 51, 52 - nessuna  
Ril. 53 - *Lecanora carpinea* (L.) Vain, *Hyperphyscia adglutinata* (Flk.)  
Mayrh. et Poelt  
Ril. 54 - *Physcia pragensis* Nadv.  
Ril. 55, 56, 57 - nessuna.