

ORIG

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Conferenza stampa del 8.6.1984 sul tema:

"I NOSTRI BOSCHI SONO AMMALATI?"

A cura dell'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di  
Bolzano in collaborazione con:

Il Laboratorio Chimico Provinciale - Sezione Aria

Il Laboratorio Biologico Provinciale di Laives

Il Laboratorio di Chimica Agraria del Centro Sperimentale  
di Laimburg

L'Esperto in Entomologia Forestale Dott. Klaus Hellrigl

Preoccupanti sintomi di sofferenza generalizzata, le cui cause possono solo in parte essere attribuite a fattori noti, hanno di recente investito i boschi dell'Alto Adige.

Alcuni quadri patologici presentano una sintomologia così complessa, per cui non solo il loro riconoscimento, ma anche una spiegazione scientificamente attendibile circa le probabili cause risulta oltremodo ardua.

La valutazione dello stato di salute dei boschi rappresenta quindi per la selvicoltura altoatesina un impegno di pressante attualità.

Già dalla fine degli anni '70 estese zone boscate del Nordamerica, del centro-nord dell'Europa e dell'Unione Sovietica presentano danni di notevole intensità, le cui estreme conseguenze, fino alla distruzione di interi soprassuoli, hanno indotto in Europa circa due anni or sono a coniare la definizione di MORIA DEL BOSCO.

Il fenomeno ha assunto recentemente proporzioni di gravità e portata tali da accumunare i paesi interessati nella ricerca della causa e nella individuazione di possibili rimedi.

Nell'autunno 1983 venne pertanto concordata in sede di Organizzazione delle Regioni Alpine ed Adriatiche - Arge Alp ed Arge Alpen Adria l'attuazione di un programma finalizzato, volto ad accertare la presenza di agenti inquinanti nell'ambiente, in particolare la deposizione di immissioni negli ecosistemi forestali; di acquisire cioè dati scientificamente attendibili, tali da evidenziare signifi

cativi gradi di correlazione tra il fattore inquinante ed i danni palesi ai boschi.

Il programma prevede:

- la determinazione annuale del contenuto di sostanze tossiche e degli elementi nutritivi essenziali nei tessuti fogliari di alberi campione;
- l'analisi qualitativa dell'aria relativamente ai principiali inquinanti aeriformi;
- l'analisi qualitativa delle precipitazioni;
- il rilievo visivo dei danni ai soprassuoli boschivi.

Le risultanze della prima fase d'indagini condotte in Alto Adige dal 1981 sono ora disponibili. Per il valore iniziale ed indicativo dei dati sin qui emersi, non è lecito tuttavia esprimere valutazioni definitive.

Solamente il progredire delle osservazioni e l'analisi comparata delle future linee di tendenza relative al quadro fitosanitario dei nostri boschi ed al grado di inquinamento ambientale potranno chiarire l'esistenza di stretti rapporti di causalità.

#### LA SITUAZIONE IN ALTO ADIGE

Nel luglio del 1981 furono avviate, in seguito a manifesti e locali sintomi di "moria dell'abete bianco", accurate indagini nella zona di Parcines.

Nella primavera del 1982, per l'estendersi delle manifestazioni di deperimento a carico della stessa specie anche ad altre zone della Provincia (Caldaro-Monticolo, Fa

vogna), fu istituito un apposito gruppo di lavoro avente il compito di accertarne le cause anche in relazione alla presenza di inquinanti.

I primi risultati non furono tuttavia soddisfacenti. Essi, anzichè fornire risposte concrete, sollevarono ulteriori interrogativi. In particolare i dati acquisiti non consentono di accertare la presenza di danni acuti espressamente riconducibili a fattori d'inquinamento ambientale.

Il 1983 ha segnato infine l'estendersi dei sintomi ad altre aree geografiche oltre che ad altre specie forestali: progressivo ingiallimento degli organi fogliari seguito dal diradarsi della chioma.

L'andamento climatico stagionale anomalo, congiuntamente ad attacchi di insetti e malattie fungine di straordinaria intensità, giustifica peraltro solo in parte il fenomeno.

Particolarmente suscettibili risultano essere le conifere, in pratica le specie che edificano i nostri boschi.

Tra queste in particolare l'abete bianco; seguono l'abete rosso ed i pini.

L'entità del danno si mantiene per il momento entro termini contenuti. Danni acuti particolarmente a carico dello abete bianco, con morte di piante, sono denunciati solamente nelle già citate località o in altre aree circoscritte.

Sono questi i primi presagi di un futuro peggioramento

del quadro fitosanitario dei nostri boschi attribuibile alla "moria del bosco"? Se effettivamente così fosse il danno non sarebbe solamente economico. Oltre al disastro ecologico, la perdita del manto vegetale (circa il 40 % dell'intera superficie provinciale) rappresenta per un territorio montuoso quale è l'Alto Adige un sicuro fatto re di dissesto idrogeologico di portata inimmaginabile.

Trova pertanto piena giustificazione l'apprensione con cui i Servizi Forestali Provinciali si sono accostati al problema fin dal suo primo manifestarsi.

Sulla base delle esperienze sin qui acquisite appare quan to meno inadeguato l'accertamento della portata e della intensità dei danni mediante il semplice rilievo visivo.

Il riconoscimento delle cause, con particolare riferimen- to ai fattori d'inquinamento, può indurre infatti per la non specificità dei sintomi a valutazioni errate.

Non indicando i cosiddetti "sintomi tipici" la specifica presenza di sostanze nocive nell'ambiente, occorre a con forto del giudizio visivo il supporto di dati attendibili relativi ad analisi fogliari, alla qualità dell'aria, alle precipitazioni, e similari.

Venne pertanto deciso di aderire al sistema di rilevamento di base adottato in sede di Organizzazione dell'Arge Alp ed Arge Alpen Adria. Nell'autunno del 1983 furono in dividuati ai vertici di un reticolo quadrichilometrico esteso a tutto il territorio provinciale, circa 300.000 ha boscati, 240 bioindicatori (Fig. 1). Trattasi di albere

ri campione permanenti (abeti rossi), sui quali compiere indagini comuni a tutto il settore alpino. I danni conseguenti ad immissioni o a carenze alimentari, non visibili ad occhio nudo, possono infatti essere evidenziati tramite analisi dettagliate degli organi fogliari.

Il gruppo di lavoro composto dai seguenti uffici, laboratori provinciali ed esperti, ha operato finora nei seguenti settori:

Laboratorio Chimico Provinciale - Sezione Aria:	-analisi dell'aria
Laboratorio Biologico Provinciale di Laives:	-analisi periodiche delle precipitazioni
Laboratorio di Chimica Agraria del Centro Sperimentale di Laimburg	: -analisi fogliari dei bioindicatori -analisi del terreno
Dott. Klaus Hellrigl	: -indagini entomologiche e fitopatologiche
Ispettorato Ripartimentale delle Foreste	: -indagini dendrocronologiche, climatologiche -coordinazione.

ANALISI QUALITATIVE DELL'ARIA

(Laboratorio Chimico Provinciale - Sezione Aria)  
Dott. B. Willeit

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla vegetazione sono tuttora in fase di studio e pertanto esistono ancora divergenze tra gli stessi esperti del settore.

In particolare non è ancora chiaro se i sintomi di danneggiamento siano da attribuirsi all'azione prolungata di concentrazioni ridotte di sostanze inquinanti o piuttosto alla loro azione in concentrazioni elevate, ma di breve durata (danni acuti).

Possono inoltre verificarsi condizioni di azione sinergica di più inquinanti ( $SO_2$ , NO,  $NO_2$ ,  $NO_x$ ,  $O_3$ , perossidi ecc.).

Già nel 1982 sono state effettuate nel bosco di Parcines delle misure della qualità dell'aria. In tale occasione si misurò un valore medio di biossido di zolfo pari a  $6 \mu g/m^3$ . Anche valori medi compresi tra 9 e  $20 \mu g/m^3$  sono da considerarsi bassi. Secondo il gruppo di lavoro IUFRO Air Pollution e altra bibliografia una media annua di  $50 \mu g/m^3$  di  $SO_2$  dovrebbe escludere ogni danneggiamento alla vegetazione in condizioni stazionali normali. Considerato il breve periodo di misurazione non si può ancora dedurre nessun elemento conclusivo dalle analisi eseguite. Tuttavia sembra ragionevole non attribuire un peso determinante all'inquinamento atmosferico nelle cause che hanno determinato il deperimento degli abeti (vedi tab. 1, 2 e 3).

Già da più di dieci anni vengono effettuate analisi della qualità dell'aria nei centri urbani delle principali località dell'Alto Adige (Bolzano, Merano, Bressanone, Brunico). I dati disponibili danno un quadro della locale qualità dell'aria, ma non forniscono nessuna indicazione circa il trasporto a distanza di inquinanti.

### EMISSIONI

#### 1. SO<sub>2</sub> - Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo in forma gassosa nell'aria proviene dalla combustione di combustibili contenenti zolfo.

Per lenta decomposizione nell'aria, il biossido di zolfo ricade sul terreno sotto forma di solfati e in parte di acido solforico (piogge acide). Le maggiori fonti di questo inquinante sono il riscaldamento domestico e le industrie. Il traffico veicolare e altre attività incidono in minima parte. Da un'indagine sui gasoli (effettuata dal Laboratorio Chimico nel luglio 1983), è emerso che in Alto Adige vengono consumati attualmente per il riscaldamento (secondo le dichiarazioni dei rivenditori) 188.900 tonnellate di gasolio e 27.920 tonnellate di olio combustibile denso. E' stato determinato il tenore di zolfo nei gasoli, riscontrando un valore medio di 0,37 %. Per gli olii combustibili densi si può accettare 2,5 % come valore medio.

Con una combustione totale dello zolfo a SO<sub>2</sub> finirebbero annualmente nell'aria complessivamente circa 2790 tonnellate di biossido di zolfo (= 1400 tonnellate di zolfo ca.).

Se si considera che una centrale termica molto piccola (consumo giornaliero 153 tonnellate di olio denso con 2,5 % di zolfo) emette la stessa quantità di  $SO_2$ , diviene chiaro il poco rilevante significato delle emissioni di  $SO_2$  in Alto Adige (una centrale termica di media potenza consuma più di 1000 tonnellate di olio al giorno). Tramite la Legge Provinciale Nr. 12 del 4.6.1973 è stato prescritto per il riscaldamento domestico l'uso di gasolio in tutta la provincia. Da misurazioni di immissioni effettuate nelle principali città della provincia è risultato, che da quel periodo, nei mesi invernali il contenuto di  $SO_2$  nell'aria è notevolmente diminuito (Fig. 2). Nonostante ciò nei mesi invernali vengono raggiunte delle considerevoli concentrazioni di punta. Nella città di Bolzano, i valori medi annuali di  $SO_2$  dal 1972 sono scesi da 280 a 86  $\mu g/m^3$ . La mediana di 80  $\mu g/m^3$  ed il valore di punta (98° percentile) di 250  $\mu g/m^3$  non devono essere superati.

Come già menzionato questi valori valgono per la valutazione della qualità dell'aria e non per le piante.

## 2. Polveri

La polvere nell'aria proviene principalmente dalle industrie e dal riscaldamento domestico. Circa un quarto deriva dal traffico veicolare in cui i motori diesel danno un contributo notevole rispetto ai motori a benzina.

Precedentemente furono scaricate nell'atmosfera non indifferenti quantità di polvere dalle industrie di Bolzano.

Nell'anno 1971 l'emissione giornaliera di polvere prove-

niente dai grossi complessi industriali fu stimata in 15 tonnellate. Con l'installazione di impianti di filtraggio, queste potevano essere ridotte e allo stato attuale possono essere stimate in 1,5 tonnellate giornaliere. Nel restante territorio della Provincia non esistono considerevoli fonti di emissioni di polveri.

### 3. NO<sub>x</sub> - ossidi di azoto

In ogni combustione si sviluppa monossido di azoto, che si ossida nell'aria a ossidi superiori. Similmente al biossido di zolfo, questi vengono decomposti nell'aria e ricadono sul terreno sotto forma di sali nitrici o come acido nitrico (pioggia acida).

Come fonti di inquinamento possono essere indicate le industrie e il riscaldamento domestico che producono circa la metà dell'inquinamento. L'altra metà proviene dal traffico motorizzato. In quest'ultimo periodo le emissioni di ossido di azoto aumentano continuamente. Stime di quantità globali sono difficili in quanto non si dispone di nessun dato.

Gli ossidi di azoto potrebbero essere di una certa rilevanza per il deperimento del bosco, in quanto sono componenti della pioggia acida (acido nitrico) ed entrano a far parte nell'aria di reazioni fotochimiche con formazione di sostanze dannose alle colture come p.e. il perossiacetilnitrato (PAN).

Per la zona dell'Alto Adige non vi sono dati a disposizione, quindi il confronto con altre zone non è possibile.

4.  $\frac{C}{x} \frac{H}{x}$  - Idrocarburi  
-----

Il traffico motorizzato è responsabile per circa 3/4 delle emissioni di idrocarburi nell'aria.

Circa 1/4 proviene dalle industrie e dal riscaldamento domestico. Grandi quantità di solventi vengono scaricate nella aria dalle industrie di Bolzano, in cui l'ex stabilimento Lancia fornisce il maggior contributo con circa 2 tonnellate giornaliere. Piccole quantità vengono scaricate da imprese artigianali e autocarrozzerie che sono sparse per tutta la provincia.

Idrocarburi, ossidi di azoto e ozono danno luogo a reazioni nell'aria, particolarmente per azione dei raggi solari formando diversi composti che, come dimostrato, producono effetti negativi sulle colture e sui boschi.

Per l'Alto Adige in questo campo non ci sono dati a disposizione perciò non è possibile dare una definizione al riguardo.

5. Metalli

Nelle polveri inerti sospese di Bolzano furono riscontrati i seguenti metalli in notevole quantità:

Ferro - Alluminio - Calcio - Magnesio - Manganese - Cromo - Nichel - Zinco - Rame - Piombo.

ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

(Laboratorio Biologico di Laives: Dr.A. Cumer, Dr.G. Bendetta)

Dall'agosto 1982 sono operanti cinque stazioni di raccolta delle precipitazioni dislocate per lo più nell'ambito di complessi boscati ove più manifesti sono i sintomi di deperimento (fig. 3):

- 1 - Mahlbach (Parcines) - baita forestale
- 2 - Mahlbach (Parcines) - trattoria
- 3 - Monticolo (Appiano)
- 4 - Favogna (Magrè)
- 5 - Laboratorio Biologico (Laives)

I prelievi dei campioni sono stati effettuati con periodicità quindicinale. Solo recentemente, e per la sola stazione di Monticolo, la periodicità è diventata settimanale per consentire il rilevamento di dati comparabili ed omogenei con quelli raccolti ed elaborati dal Gruppo di lavoro facente capo al CNR (Istituto Italiano di Idrobiologia ed IRSA) che realizza il controllo delle precipitazioni nell'Alta Italia.

Il valore di neutralità biologica della pioggia, riferito al suo contenuto normale di acido carbonico, si considera pari a pH 5,6 ÷ 5,7.

Valori di pH compresi fra 5,11 e 6,10 sono secondo SMIDT da ritenersi normali (Tab. 4).

In Tab. 5 e nei diagrammi allegati sono riportati i valori di pH, non ponderati, per i periodi considerati: media annua, deviazione standard, massimi e minimi assoluti.

L'asterisco indica i valori considerati anormali secondo la corrente letteratura specializzata.

La brevità del periodo considerato oltre all'andamento climatico anormale delle annate scorse non consente di esprimere un giudizio scientificamente corretto in merito alle prime risultanze.

La variabilità dei dati è in effetti molto elevata in rapporto della durata, intensità, distribuzione delle precipitazioni, direzione dei venti, al periodo stagionale, ed alla presenza di periodi più o meno lunghi privi di piogge.

Un leggero abbassamento rispetto al valore normale viene evidenziato dai valori medi rilevati (pH 4,7 ÷ 6,1 \*), mentre i minimi assoluti, benchè nell'intorno di pH 4,2 ÷ 4,3, non eguagliano mai gli estremi registrati in zone notevolmente compromesse della Germania e dell'Austria (pH 3 ÷ 4).

Anche per il contenuto in ioni (Tab. 5), i valori non distano eccessivamente dalla normalità per quanto concerne la media annua.

Fa eccezione anche per il pH la stazione di raccolta di Laives, data la particolare situazione geografica e microclimatica (prossimità a zone urbanizzate, industrializzate ed a correnti di traffico).

I maggiori estremi registrati nel 1983 possono ascrivarsi alle più elevate concentrazioni di soluti nelle piogge come conseguenza dell'anormale andamento climatico stagionale, in particolare il periodo di aridità estivo-autunnale.

I dati misurati devono comunque essere sottoposti ad una ulteriore elaborazione che tenga conto dell'impossibilità tecnica di operare il prelievo dei campioni immediatamente dopo l'evento meteorico e pertanto delle interferenze dovute all'evaporazione ed al vento.

Sono pertanto da attendersi valori di pH leggermente superiori (meno acidi) ed una diminuzione delle concentrazioni ioniche, riferiti cioè alla maggiore diluzione di partenza degli ioni acidificanti.

\*) Questi valori medi più bassi sono stati peraltro rilevati nel 1982, e si riferiscono al solo periodo agosto - dicembre.

INDAGINI DENDROCRONOLOGICHE E CLIMATOLOGICHE

(Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di Bolzano)

Dott. S. Minerbi

I manifesti segni di deperimento manifestatisi negli ultimi tempi a carico dell'abete bianco in Alto Adige, sembra possano attribuirsi, quanto meno in parte, a scompensi a livello di rifornimento idrico in conseguenza di variazioni climatiche.

Ciò è quanto emerge da una serie di indagini dendrocronologiche condotte su un popolamento di abete bianco sito nel bosco comunale di Parcines.

Gli incrementi diametrici annui di 123 alberi sono stati posti a confronto con gli apporti meteorici di tre stazioni di misura limitrofe: Paviccolo, Merano, Naturno.

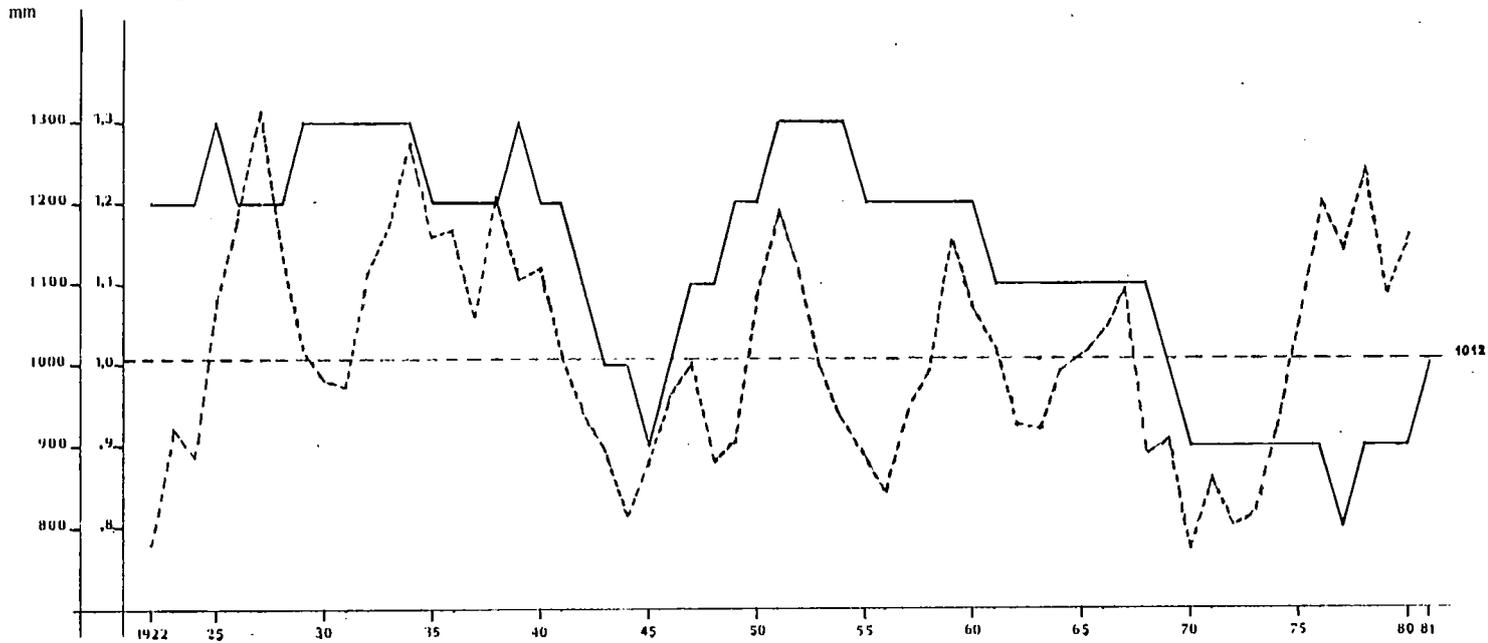
In fig. 4 si riporta l'andamento dei due fenomeni studiati, precipitazioni ed incrementi diametrici, relativo al periodo 1921-82. Dall'interpretazione del diagramma si evince quanto segue:

- negli ultimi 30 anni si è verificata una sensibile riduzione degli apporti meteorici che trova riscontro anche a livello europeo;
- in particolare si verifica un susseguirsi di annate siccitose con valori notevolmente inferiori alla media pluriennale;
- negli anni 1976, 1977, 1980, 1982, 1983, benchè l'ammontare annuo delle precipitazioni non si discosti dai valo

media pluriennale = 1012 mm  
 media mobile delle precipitazioni di Pavicolo -----  
 media mobile degli incrementi diametrici di abeti bianchi deperienti —————

langjähriges Niederschlagsmittel = 1012 mm.

gewichteter Jahresniederschlag für die Meßstation Pawigl -----  
 gewichteter Jahringzuwachs verkümmelter Tannen —————



ANNI SICCATOSI IN EUROPA

TROCKENJAHRE IN EUROPA

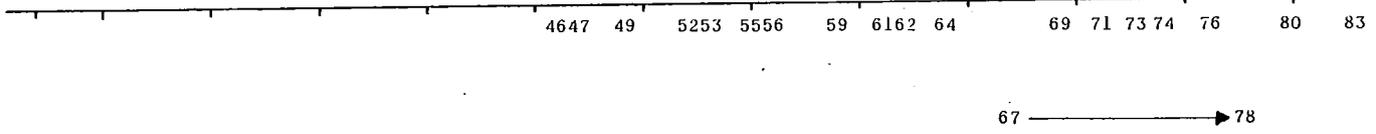


Abb. 4  
 Fig. 4

Confronto fra accrescimenti e precipitazioni pluriennali

Gegenüberstellung des langjährigen Zuwachs- und Niederschlagsverlaufes

ri medi, la loro irregolare distribuzione, ha inoltre privato le piante del necessario rifornimento idrico durante il periodo vegetativo (tab. 6 e figg. 6, 7).

Dalla Fig. 4 emerge chiaramente la perdita incrementale a carico dell'abete bianco in conseguenza delle ridotte precipitazioni. Tale perdita non è tuttavia limitata al solo periodo vegetativo interessato, ma si protende agli anni seguenti.

Lo stretto rapporto esistente fra i due fenomeni, evidenzia il ruolo diretto e decisivo del fattore idrico sullo accrescimento dei vegetali.

Dalla metà degli anni '40 i periodi di siccità si sono susseguiti con maggiore frequenza: nella media ogni secondo anno risulta siccitoso. Fra il 1967 ed il 1978 si è verificato, in particolare, un periodo con apporti meteorici notevolmente inferiori alla media pluriennale.

Ne consegue che, oltre alle immediate manifestazioni tangibili conseguenti allo stress di aridità, ingiallimento della chioma e perdita degli organi fogliari soprattutto nelle porzioni interne della stessa, si verifica uno stato di indebolimento fisiologico prolungato negli anni successivi dal quale le piante possono a stento riprendersi.

Nei territori montani l'accumulo di neve nel periodo invernale garantisce in primavera il necessario rifornimento idrico ai boschi.

Causa la scarsità di precipitazioni, ciò non si è verificato negli ultimi inverni: 1979/80, 1980/81, 1981/82, 1982/83 (Fig. 5).

CONCLUSIONI

L'insufficiente rifornimento idrico ha quindi svolto un ruolo di primaria importanza nel determinare un indebolimento fisiologico a carico dei soprassuoli boschivi che anche per il 1984, si prevede, presenteranno i postumi dei danni subiti in conseguenza di antecedenti scompensi climatici, quali in particolare il siccitoso autunno 1983.

ASPETTI ENTOMOLOGICI E FITOPATOLOGICI IN ALTO ADIGE NEL 1983

(Dott. K. Hellrigl)

Negli ultimi anni i boschi dell'Alto Adige hanno subito una serie notevole di danni. In particolare la siccità durante la trascorsa estate 1983 ha ingenerato un peggioramento del quadro fitosanitario. Le cause che hanno condotto ad estese manifestazioni di ingiallimento e di diradamento delle chiome di conifere sono diverse: in parte di origine biotica (insetti, funghi), in parte di origine abiotica (cause meteoriche e climatiche). Per alcuni danni le cause non sono state chiarite.

Persino per esperti patologici risulta difficile, sulla sola base dei sintomi peraltro simili, distinguere fra danni attribuibili a cause abiotiche (gelo, aridità) e le conseguenti manifestazioni di carenze alimentari, e "danni di nuovo tipo".

Le possibilità di fallaci valutazioni stanno proprio in questo. Ciò vale in particolare per la distinzione dei "danni di nuovo tipo" (meglio conosciuti con la definizione generalizzata di "Moria del Bosco") dai danni di tipo convenzionale.

Soprattutto il profano, sensibilizzato dalla psicosi della "moria del bosco", che sta minacciando seriamente l'esistenza del bosco in vaste parti dell'Europa, tende facilmente ad attribuire la colpa delle manifestazioni di ingiallimen-

to, a questa, cioè alle immissioni, quest'ultime dichiarate come responsabili dagli scienziati. Questo rapporto entomologico e fitopatologico vuole appunto dimostrare che le cose non stanno sempre così.

Nel solo anno 1983 in Alto Adige sono stati registrati danni convenzionali su una superficie complessiva superiore agli 85.000 ettari (30.000 ettari ridotti). Questi danni cioè, sono riconducibili ad attacchi di insetti o funghi ed a danni abiotici, chiaramente rilevabili, come per esempio la grandine. La superficie colpita, che è più di un quarto della superficie boscata provinciale, si riduce per il sovrapporsi dei singoli fenomeni di ben un terzo. Rimangono così tra i 50.000 e 60.000 ettari colpiti. La superficie colpita ridotta è pari a ca. 30.000 ha di bosco, che rappresentano il 10 % della superficie boscata provinciale. Gli ingiallimenti su queste superfici erano in parte molto intensi.

Le cause della massiccia presenza di parassiti nel 1983 sono ascrivibili, nella maggior parte dei casi, alle situazioni di "stress" già esistenti negli anni precedenti.

#### II DANNI DI PARASSITI FORESTALI IN ALTO ADIGE NEL 1983

##### 1. Danni provocati dagli attacchi di insetti

##### a) Ingiallimento di conifere per defogliazione da parte di bruchi.

<u>Parassita</u>	<u>Ovest</u>	<u>Centro</u>	<u>Est</u>	<u>Totale</u>
Lymantria monacha suaabete rosso (ha ridotti)	1150 ha (1035 ha)	1000 ha (900 ha)	- -	2150 ha (1935 ha)

Epinotia tedella				
su abete rosso	2900 ha	100 ha	-	3000 ha
(ha ridotti)	(1380 ha)	(30 ha)	-	(1410 ha)
Coleophora laricella				
su larice	2365 ha	2280 ha	4060 ha	8705 ha
(ha ridotti)	(225 ha)	(750 ha)	(1130 ha)	(2060 ha)
Torticidi				
su larice	-	850 ha	1650 ha	2505 ha
(ha ridotti)	-	(270 ha)	(550 ha)	(820 ha)
Processionaria del pino				
su pino	1385 ha	2475 ha	-	3860 ha
(ha ridotti)	(310 ha)	(595 ha)	-	(905 ha)
Ocneostoma del cirmolo				
su cirmolo	20 ha	-	-	20 ha
(ha ridotti)	(15 ha)	-	-	(15 ha)
TOTALE ha:	7820 ha	6710 ha	5710 ha	20240 ha
(ha ridotti)	(2965 ha)	(2500 ha)	(1680 ha)	(7145 ha)

L'intensità dell'infestazione - E' variabile: dalla notevole infestazione con danni gravi provocati dalla Lymantria monacha (225 ha), al sensibile ingiallimento di boschi senza danni permanenti arrecati dai torticidi dello abete rosso, abete bianco e larice, fino al debole ingiallimento provocato dai parassiti del pino o dall'infestazione generalizzata e blanda della Lymantria monacha.

Cause dell'infestazione: Esse si trovano sia nell'apparizione periodica dei parassiti (p.e.: torticidi dell'abete rosso e processionaria del pino) sia nell'andamento climatico degli ultimi anni, che ha favorito la loro riproduzione.

b) Ingiallimento di conifere causato da attacchi di scolitidi

<u>Blastophagus</u>	<u>Ovest</u>	<u>Centro</u>	<u>Est</u>	<u>Totale</u>
<u>piniperda</u>				
su pino silv. attacco apicale				
Primavera (ha ridotti)	1070 ha (550 ha)	510 ha (170 ha)	1550 ha (250 ha)	3130 ha (970 ha)
Estate (ha ridotti)	1150 ha (620 ha)	3525 ha (1230 ha)	3100 ha (1200 ha)	7775 ha (3050 ha)
TOTALE (ha ridotti)	2220 ha (1170 ha)	4035 ha (1400 ha)	4650 ha (1450 ha)	10905 ha (4020 ha)

<u>Ips typographus</u>	<u>Ovest</u>	<u>Centro</u>	<u>Est</u>	<u>Totale</u>
su abete rosso attacco sul fusto				
Primavera (ha ridotti)	634 ha (124 ha)	415 ha (37 ha)	48 ha (8 ha)	1097 ha (169 ha)
Estate (ha ridotti)	289 ha (59 ha)	642 ha (70 ha)	265 ha (12 ha)	1196 ha (141 ha)
TOTALE (ha ridotti)	923 ha (183 ha)	1057 ha (107 ha)	313 ha (20 ha)	2293 ha (310 ha)

L'intensità dell'infestazione e dell'ingiallimento è stata differenziata: sensibile ingiallimento a seguito dello attacco primario al fusto di Ips Typographus su abete rosso (ca. 30.000 alberi sono morti); ingiallimento medio a causa dell'attacco apicale di Blastophagus piniperda su pino (sono morti invece pochi alberi a causa dell'attacco al fusto).

Le cause della forte infestazione di Scolitidi sono riconducibili da una parte ai grandi schianti da neve dell'anno 1982 (lo sgombero non era possibile), dall'altra parte sono stati infestati quegli alberi, già indeboliti fi-

siologicamente dalla lunga siccità.

2. Danni causati da malattie da funghi

a) Ingiallimento dell'abete rosso per Chrysomyxa rhododendri (1400 - 1900 m.s.l.m.)

<u>Chrysomyxa rhododendri</u>	<u>Ovest</u>	<u>Centro</u>	<u>Est</u>	<u>Totale</u>
superficie (ridotta)	4700 ha (1780 ha)	23100 ha (9220 ha)	20630 ha (5500 ha)	48430 ha (16550 ha)

L'intensità dell'infestazione è stata quasi sempre molto forte (ingiallimento dei rametti esterni da luglio a settembre) nelle zone colpite tra 1400 e 1900 m.s.l.m. Il danno può definirsi però limitato.

Una delle cause dell'infestazione è ascrivibile all'umidità primaverile, che ha favorito l'infestazione fungina. (Vedasi anche la forte apparizione in giugno di "corineo del ciliegio" in tutta la provincia).

b) Deperimento e moria del larice a causa del cancro del larice

Il cancro del larice è apparso in maniera devastante solo nella parte occidentale della Provincia (alta Val Venosta e Solda) su una superficie di ca. 1000 ha.

L'intensità dell'infestazione, in parte molto forte, ha condotto a morte numerosi alberi. Si è trattato però di un'infestazione in atto già da anni.

Le cause delle infestazioni sono, sia il danneggiamento

già esistente (parassiti dal 1972 al 74), sia i fattori climatici (gelo).

3. Danni su conifere provocati dalla selvaggina

a) Danni da morso al novellame di abete rosso, abete bianco, cirmolo e larice

<u>Danni causati</u>	<u>Ovest</u>	<u>Centro</u>	<u>Est</u>	<u>Totale</u>
<u>dalla selvaggina</u>				
Superficie (ridotta)	1100 ha (434 ha)	1025 ha (262 ha)	350 ha (60 ha)	2475 ha (756 ha)

Sono stati segnalati danni da morso a ca. 300.000 piante forestali piccole, però si calcola che il numero vero sia più elevato.

b) Danni da morso alle cime dei larici a causa di roditori (ghiro)

Nel 1983 vennero segnalati danni a 1640 alberi su 150 ettari (40 ha ridotti).

II. DANNI ABIOTICI IN ALTO ADIGE NEL 1983

I danni causati da fattori abiotici sono in stretto rapporto con i danni biotici (insetti, malattie fungine, danni da selvaggina). Ciò in quanto i danni abiotici (p.e.: schianti da neve o vento, smottamenti e valanghe, gelo e caldo, incendio) creano le condizioni ideali per la riproduzione di insetti e funghi.

1. Ingiallimento degli apici di conifere a causa di danni provocati dalla grandine

Estesi danni causati dalla grandine si sono verificati nelle seguenti zone:

abete rosso e larice a Casies (1700 - 200 m) su 900 ettari (150 ha ridotti);

abete rosso e abete bianco a S. Nicolò di Sopra (1450 m) su 30 ettari (8 ha ridotti).

2. Ingiallimento di conifere a causa dello spargimento invernale di sale

I danni di questo tipo su conifere (abete rosso e pino) con ingiallimento e moria di alberi sono aumentati negli ultimi anni.

Nel 1983 sono morti 2260 alberi (18 ettari tra i 600 e 1800 m.s.l.m.), nell'inverno 83/84 ca. 7700 alberi (20 ha).

3. Ingiallimento di conifere causato dalla siccità

La particolare siccità del 1983, soprattutto nella prima parte dell'estate e in autunno quando non è piovuto per mesi ("estate ed autunno del secolo" - Tab. 6), ha provocato gravi danni ai nostri boschi. Nei 6 mesi con poche precipitazioni (gennaio-febbraio, giugno-luglio, ottobre-novembre) sono caduti complessivamente 113 millimetri di pioggia; un po' più di un quarto dei valori medi. I 113 millimetri corrispondono quasi alle precipitazioni che in media vengono registrate nel solo mese di luglio (104 mm), vedi fig. 7.

All'inizio di agosto erano ovunque visibili i gravi danni provocati dalla siccità. Dalla metà di settembre si poteva notare in particolare alle alte quote un ingiallimento delle chiome.

Il fatto che i boschi altoatesini erano già molto indeboliti dall'anormale decorso climatico degli anni precedenti ha costituito un ulteriore fattore negativo predisponente. Già le scarse precipitazioni dell'inizio dell'anno 1982 (gennaio-aprile = 37 mm che significa il 20 % della media) hanno influito negativamente sull'inizio del periodo vegetativo. Anche il 1980, con un periodo di scarse precipitazioni durante i primi 4 mesi, da febbraio a maggio (35 % dei valori medi), e l'inverno 80/81 con poca neve (novembre 80 - febbraio 81 = 30 % dei valori medi), ha aggravato la situazione, in quanto le specie forestali, specialmente l'abete bianco, non si erano ancora riprese dallo shock subito a seguito della siccità del secolo del 1976.

Soprattutto i periodi di siccità di 2 mesi o di più, provocano particolarmente le conifere. La mancanza d'acqua provoca danni fisiologici a carico delle cellule e dei tessuti, nonché fenomeni di carenza di elementi minerali essenziali (calcio, magnesio) negli aghi, come hanno confermato gli ultimi esami eseguiti in Alto Adige.

La verifica di questi danni e le seguenti clorosi (ingiallimenti causati da fenomeni di carenza) è problematica. Da una parte è difficile distinguere i danni causati dalla siccità dai cosiddetti "danni di nuovo tipo"

perchè le loro forme apparenti sono quasi identiche (soprattutto per il pino). Dall'altra parte è quasi impossibile indicare il loro grado di partecipazione ai "danni di nuovo tipo".

### III. PREVISIONI PER IL FUTURO

A causa dell'andamento atmosferico degli ultimi anni le previsioni dello sviluppo dei danni convenzionali (insetti, funghi) non sono ottimistici. Anche se quest'anno per la prima volta dopo 5 anni, le precipitazioni dei primi 5 mesi corrispondono ai valori medi, per l'84 è prevedibile un attacco simile da insetti e parassiti al bosco come nell'83.

ANALISI FOGLIARI

(Laboratorio Chimico per l'Agricoltura - Dott. W. Huber)

Le piogge acide furono considerate fino al 1981 come inquinante principale delle foreste, e si ritennero le grosse industrie le principali fonti di emissione di  $SO_2$ . L'effetto dannoso della  $SO_2$  si può manifestare in due modi: direttamente sugli aghi, ed indirettamente come pioggia acidificante, che penetrando nel terreno ne provoca l'acidificazione.

Questo effetto è stato ridimensionato nella sua importanza a seguito di ulteriori accertamenti. Oggi si crede, che il contributo delle piogge all'acidificazione del suolo sia soltanto del 5 - 10 %, e che il resto sia causato da eventi naturali come un cambiamento dell'equilibrio ecologico.

Le due ipotesi maggiormente discusse oggi sono:

- Quella conosciuta come "foto-smog", la quale afferma che complessi processi dell'atmosfera producono una varietà di sostanze velenose per le piante, che influiscono o direttamente sugli aghi danneggiandoli, o provocando uno stress più o meno forte. Responsabili di queste reazioni sono gli idrocarburi e gli ossidi di azoto presenti nella atmosfera, che vengono a contatto con l'ozono. Anni con elevata insolazione e scarse precipitazioni favoriscono queste reazioni.

- L'ipotesi dell'ecosistema è ancora più generica in quan-

to afferma che in conseguenza di vari fattori stressanti si manifesta un disturbo di tutta l'ecologia forestale specialmente a livello del suolo. Gli alberi sono sottoposti ad uno stress, che può provocare danni più o meno gravi ed in casi estremi la morte.

Il laboratorio chimico per l'agricoltura ha incominciato ad analizzare l'attuale stato sanitario delle piante allo scopo di acquisire indizi circa le cause dei danni.

Queste ricerche si possono suddividere in due fasi:

- analisi degli aghi degli alberi bioindicatori, in quanto sono questi gli organi più sensibili a variazioni ambientali e poichè in questi avvengono i processi di respirazione e di assimilazione;
- analisi del suolo negli stessi punti come sopra; queste forniranno informazioni riguardanti la situazione generale del suolo forestale in special modo sullo stato nutrizionale.

Sono progettate ricerche fisico-chimiche quali: tipo del terreno, profondità, sviluppo delle radici, capacità tampone, tendenza all'acidificazione, velocità di mineralizzazione, umificazione, pH, ecc., ed inoltre ricerche sullo stato nutritivo, nonchè sui metalli pesanti.

Si inizieranno queste analisi in giugno, quando i terreni saranno asciutti.

#### ANALISI DEGLI AGHI

Nell'autunno 1983 venne intrappreso il campionamento e

l'analisi degli aghi degli alberi scelti nella rete dei bioindicatori. Si presero in considerazione le ultime tre annate per complessive 720 analisi complete sui 240 punti di prelievo. Con ciò si acquisirà una sufficiente informazione di base.

Sono stati analizzati i seguenti parametri:

Macroelementi:

Carbonio, Azoto, Fosforo, Potassio, Calcio, Magnesio e Zolfo.

Microelementi:

Boro, Manganese, Zinco, Ferro e Rame.

Elementi tossici:

Alluminio, Nichelio, Cadmio, Piombo, Fluoro e Cloro.

In totale trattasi di ca. 14.000 analisi.

Le analisi benchè incomplete, si riferiscono ai soli aghi dell'annata 1983, evidenziano già alcuni aspetti significativi.

1. Zolfo (fig. 8)

Lo zolfo è uno delle sostanze essenziali per la nutrizione delle piante. Un livello troppo alto può essere causato da immissioni di Zolfo. Ciò comporta una deposizione del prodotto sugli aghi alterandone la respirazione o modificando ne la struttura cuticolare.

Le norme austriache prevedono 4 livelli per la classificazione dei valori di zolfo:

1. 0,08 %                    livello naturale
2. 0,08 - 0,11 %    livello naturale, possibilità di lieve  
                                  influsso di immissioni, senza danni
3. 0,11 - 0,15 %    immissioni, bassa probabilità di danni
4. 0,15 %                    immissioni gravi, alta probabilità di  
                                  danni.

I valori della seconda categoria sono da considerarsi an  
mali solo qualora superino di almeno lo 0,03 % il valore  
del livello normale di base.

In Alto Adige possiamo considerare come livello normale  
di base i valori compresi fra 0,05 % e 0,07 %. Le diffe-  
renze causate dai diversi tipi di terreni sono irrilevan-  
ti.

#### Risultati:

Il 90 % dei valori di zolfo si trovano nella categoria 1,  
cioè nel livello naturale e normale.

Il 10 % si trovano nella classe 2.

I livelli 3 e 4 non sono presenti.

I valori della classe 2 si trovano in tutta la provincia,  
la maggior parte in vicinanza di città. Per alcune zone  
i valori non sono spiegabili, per cui si rende necessario  
un ulteriore approfondito esame.

Tutto sommato i risultati delle analisi degli aghi del  
1983 sono soddisfacenti, in quanto non si è riscontrato  
un carico preoccupante di immissioni.

#### 2. Macroelementi (fig. 9 e 10)

I macroelementi sono soprattutto l'azoto, il fosforo, il

potassio, il calcio ed il magnesio. Questi elementi vengono messi a disposizione delle piante tramite processi di mineralizzazione ed umificazione. Il sovraccarico o la mancanza di singoli elementi nutritivi può causare degli squilibri nutrizionali e causare danni.

Il calcio è con circa un terzo dei valori nei livelli bassi, il magnesio con circa la metà.

Questa deficienza di magnesio si trova in tutta la provincia, ma prevalentemente nei luoghi alti e nelle zone che soffrono di siccità. La mancanza di precipitazioni degli ultimi anni può essere perciò la causa principale di questo fatto. Ciò evidenzia la possibilità di carenze di magnesio su terreni dolomitici, notoriamente ricchi di magnesio.

Anche le carenze di calcio si trovano presenti in tutta la provincia ad eccezione delle zone dolomitiche e sono probabilmente provocati dall'andamento climatico degli anni passati.

Il fosforo appare con ca. 20 % dei valori a livelli lievemente bassi, ma questo non è da considerarsi preoccupante.

Tutti gli altri elementi si trovano a livelli nutrizionali ottimali. Non si trovano situazioni anomale.

### 3. Microelementi (fig. 11)

Soprattutto il Boro fu trovato carente nel 35 % dei punti analizzati. L'influsso della siccità può esserne la causa.

I valori di zinco tendono ad essere lievemente elevati, un dilavamento tramite piogge acide, oggetto di discussione, non si è trovato.

I livelli nutrizionali per manganese, rame e ferro sono del tutto normali.

#### 4. Elementi tossici

Per gli elementi alluminio, nichelio, cadmio e piombo non si sono riscontrate delle anomalie. I fluoruri ed i cloruri non sono stati ancora analizzati.

### CONCLUSIONI

I risultati finora elaborati dimostrano una forte carenza di magnesio, ed una meno pronunciata di calcio e di boro imputabile probabilmente agli andamenti climatici anomali, come la siccità e le brine. Mancanza di umidità nel terreno si manifesta in una mobilitazione ridotta degli elementi nutritivi, e può causare quindi delle carenze.

Non si sono riscontrati degli indizi per danni causati da immissioni forti di zolfo, di fotoossidanti, di ossidi di azoto ecc.

Si sottolinea che queste analisi riguardano la sola rete di bioindicatori; non è cioè da escludere che in vicinanza di grosse emittenti, di strade molto frequentate ecc. si trovino situazioni diverse.

Il completamento della elaborazione dei dati riguardanti le annate precedenti fornirà una panoramica più esauriente.

Anche le analisi dei terreni porteranno ulteriori indicazioni. Tutto ciò darà un quadro generale sullo stato sanitario delle nostre foreste. Questi risultati saranno resi pubblici non appena disponibili.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

(Ispettorato Ripartimentale delle Foreste - Dott. R. Preyer)

Con l'espressione "danni boschivi di nuovo tipo" vengono descritti quei danni ai boschi più noti sotto la dizione di "Piogge acide" o "Moria del Bosco".

Già queste definizioni stanno ad indicare l'insicurezza che regna nel mondo scientifico circa il problema di questa malattia che investe l'ecosistema bosco. Essa si caratterizza per la rapida espansione geografica indipendentemente dalle condizioni stagionali, dai trattamenti selvicolturali e dal clima. Nell'ordine sono colpiti l'abete bianco, l'abete rosso, successivamente i pini, il larice, le latifoglie.

Quali possono essere dunque le cause?

La responsabilità delle immissioni nocive ( $SO_2$ ,  $NO_x$ , PAN,  $C_xH_x$ , FH, ClH,  $O_3$ ) soprattutto laddove il bosco effettivamente muore, è al momento indiscussa. Ciò vale sicuramente per i grandi centri industriali dell'Europa centrale.

Queste sostanze nocive sono in gran parte prodotte da emittenti tradizionali, quali l'industria ed il riscaldamento domestico per quanto riguarda la produzione di  $SO_2$  ed il traffico veicolare per il 50 % delle emissioni di  $NO_x$ .

Recentemente lo spettro delle probabili cause si è esteso anche ai composti organici, alle microonde, alla radioattività.

Gli effetti negativi delle immissioni si esplicano sui vegetali o per via gassosa attraverso le aperture stomatiche delle foglie, o come "piogge acide" direttamente sugli apparati fogliari o nel terreno sui capillari radicali.

Particolare difficoltà incontra la ricerca della causa dei danni ai boschi lontani da emittenti, quindi con minimi livelli d'inquinamento dell'aria. Qui il bosco non muore, ma molte piante deperiscono.

In questi casi si ritiene che, collateralmente alle sostanze tossiche note, altre sostanze sconosciute o loro prodotti di trasformazione, anche in concentrazioni minime, possano arrecare per via sinergica danni alle piante, come solamente uno stato di stress latente.

Il diradarsi della chioma, cioè la perdita del fogliame comporta una riduzione degli incrementi legnosi, una progressiva riduzione delle radici fini, una maggiore predisposizione agli attacchi parassitari.

Amnesso che effettivamente gli ecosistemi siano sottoposti già da svariati decenni all'azione di fattori di stress, appare chiara allora la loro ridotta vitalità e predisposizione a malattie d'altro genere.

E' questa la situazione per lo più ricorrente in Alto Adige. Accanto ai danni di tipo convenzionale ricordati nella relazione del Dott. K. Hellrigl, definiti sia nella portata sia nelle cause, compaiono tuttavia queste manifestazioni di danni non meglio definibili.

Dall'anno scorso lo stato fitonositario dei boschi in particolare delle abetine, si è aggravato.

Sintomi di deperimento come ingiallimento e perdita degli aghi, diradamento della chioma e formazione di rami epicormici sono stati accertati accanto a quadri patologici di tipo convenzionale. Ciò lascia presumere che i "danni di nuovo tipo" interessino, sia pure in forma differita ed attenuata anche i nostri boschi.

La maggiore attenzione e l'interesse verso i problemi inerenti la salute dei boschi portano ad attribuire, in particolare da parte del profano, alla "moria del bosco" quadri patologici in realtà di tipo convenzionale.

Alla luce delle prime risultanze conseguite dal gruppo di lavoro, è possibile affermare quanto segue:

1. Le analisi delle precipitazioni e degli apparati fogliari non forniscono alcun indizio certo circa la presenza massiccia di immissioni nei nostri boschi (composti dello zolfo, ossidi d'azoto, fotoossidanti). Per alcuni elementi minerali è stata accertata una carenza probabilmente come conseguenza dell'andamento climatico anomalo, particolarmente in zone della provincia costituzionalmente più aride.
2. I risultati delle analisi fogliari si limitano alla rete di bioindicatori, per cui non si escludono valori diversi in zone particolari.
3. Per le analisi fogliari è stata adottata la classificazione ed i valori di tolleranza in uso presso i Ser-

vizi Forestali austriaci, mentre per le analisi qualitative dell'aria e delle acque meteoriche si è fatto riferimento ai limiti di tolleranza in uso a livello nazionale ed internazionale.

4. Le analisi dell'aria si riferiscono in particolare agli ambiti cittadini. I valori di tolleranza qui imposti per la salute pubblica non è detto valgano altrettanto per le cenosi forestali.
5. Le analisi delle precipitazioni non sono per ora rappresentative di tutto il territorio provinciale. La rete di rilevamento deve quindi essere completata.
6. Periodi prolungati di aridità durante la fase dei rilievi hanno influito sia sul bilancio idrico, sia sulla mobilizzazione e disponibilità degli elementi nutritivi.
7. La situazione di stress cui soggiacciono i nostri boschi, come la presenza o meno di fattori d'inquinamento ambientale più o meno noti, non devono essere sottovalutati, per cui l'ingente necessità di abbattere ulteriormente le emissioni nell'aria resta comunque valida.
8. Le contromisure selvicolturali attuabili per circoscrivere i "danni ai boschi di nuovo tipo" si limitano alla sola ricerca di forme di gestione ispirate a criteri naturalistici consoni cioè agli ecosistemi boschivi:
  - ricorso alla rinnovazione naturale;
  - rimboschimenti con postime adatto alla stazione d'impianto;

- intensificazione delle misure di prevenzione e lotta dei parassiti forestali ricorrendo anche a trattamenti chimici in casi di attacchi straordinari (*Lymantria monacha*);
- lo sgombero degli individui morti o deperienti onde impedire il pullulare di parassiti secondari, dovrà tener conto delle molteplici funzioni tutelari del bosco;
- il carico dei selvatici deve corrispondere all'offerta di alimento, alle esigenze della rinnovazione, al mantenimento degli equilibri ecologici all'interno dell'ecosistema;
- il pascolo nel bosco deve essere ulteriormente ridotto nell'interesse della rinnovazione naturale;
- conseguimento di soprassuoli misti e disetanei con apparati radicali sufficientemente sviluppati e con una ricca vegetazione di sottobosco.

Non è facile prevedere i futuri sviluppi della situazione. L'attribuzione delle manifestazioni di deperimento fisiologico alla cosiddetta "moria del bosco" non viene attualmente avvalorato dai risultati delle indagini compiute. Le esperienze dei paesi vicini come i pareri di esperti lasciano tuttavia lo spazio a tale possibilità; che ciò rappresenti cioè solo l'inizio di un successivo peggioramento dello stato fitosanitario anche dei boschi dell'Alto Adige.

Pressante impegno rappresenta quindi il conseguimento dei seguenti intendimenti:

1. L'ulteriore approfondimento della ricerca delle cause in cooperazione con i paesi limitrofi;

2. i valori limite di tolleranza ammessi per la presenza di inquinanti (in particolare nell'atmosfera) devono essere controllati sulla base delle nuove conoscenze e ridefiniti ai fini della tutela della salute dell'uomo, ma anche della vegetazione;
3. Informazioni, ricerche, risultati devono essere tempestivamente scambiati e resi noti. L'opinione pubblica ha il diritto di essere informata circa l'evoluzione del fenomeno;
4. definizione di criteri e metodi di valutazione dei danni boschivi unitari e confrontabili a livello internazionale;
5. disponibilità di fondi per la ricerca, per misurazioni ed elaborazioni;
6. ricerca e disponibilità di fonti energetiche pulite per l'industria, per il riscaldamento domestico, per i mezzi di trasporto;
7. emanazione di norme per la depurazione dei gas di scarico: rispetto delle attuali normative, ed intensificazione del controllo degli impianti di depurazione.
8. incentivazione delle misure atte alla riduzione della domanda energetica (isolanti termici, recupero del calore, miglioramento delle efficienze, ecc.);
9. riduzione del traffico veicolare privato a favore di quello pubblico migliorandone la scorrevolezza.

L'attuazione di queste misure rappresenta un impegno indispensabile ed inderogabile per una regione montuosa come l'Alto Adige, sia ai fini del mantenimento dei soprasuoli boschivi, sia per impedire disastrosi dissesti idrogeologici.