

## Il programma per il Controllo Integrato degli ecosistemi forestali in Trentino-Alto Adige

Stefano Minerbi

### Abstract

Istituzione, finalità ed applicazione del progetto di monitoraggio integrato dei boschi europei in Alto Adige vengono brevemente esposti. I risultati emersi nel corso di dieci anni di indagini offrono lo spunto per una valutazione dello stato delle due cenosi forestali indagate - aree di osservazione permanenti di IT01 Renon (1740 m s.l.m.) ed IT02 Monticolo (570 m s.l.m.) - in relazione a specifici elementi descrittivi (indicatori) quali fattori di impatto antropico, inquinanti, funzionalità dell'ecosistema, bioindicazione.

Entstehung, Zielsetzung und Durchführung des europäischen, forstlichen Monitoring Projektes in Südtirol werden kurz geschildert. Die Ergebnisse zehnjähriger Forschungstätigkeit geben Anlass zu einer Bewertung des Zustandes der zwei untersuchten Waldökozönosen – Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten (1740 m S.H.) und IT02 Montiggel (570 m S.H.) – hinsichtlich spezifischer beschreibender Elemente (Indikatoren) wie Umweltbelastungsformen, Funktionsfähigkeit des Ökosystems, Bioindikation.

### 1 Introduzione

Le indagini condotte sin dall'inizio degli anni '80 in merito al problema del "deperimento dei boschi" hanno evidenziato come tale fenomeno, inizialmente inteso quale mero problema forestale, fosse in realtà un primo segnale di scompensi a livello di ecosistema di dimensioni planetarie appena ora quantificabili. Effetto Serra, Global Warming, Climatic Change sono così ora diventati termini di uso comune!

La comprensione delle conseguenze per gli ecosistemi forestali, come pure delle relazioni complesse e delle retroazioni proprie dei processi naturali, richiedono tuttavia un approccio scientifico di tipo ecosistemico ed interdisciplinare nell'ambito della cooperazione internazionale.

Allo scopo di soddisfare queste esigenze vennero pertanto realizzate già nel 1992, per iniziativa della Ripartizione Foreste di Bolzano, in stretta collaborazione con l'Unità Operativa Foreste presso l'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige (Trento), due aree di saggio permanenti site in due diversi tipi di popolamenti forestali nelle rispettive province di Bolzano e Trento:

PICEETUM SUBALPINUM (Piceto Subalpino):

IT01 RENON (BZ) – 1740 m s.l.m.

IT03 Lavazè (TN) – 1790 m s.l.m.

QUERCETUM PUBESCENTIS (Querceto Termo-mesofilo di Roverella):

IT02 MONTICOLO (BZ) – 570 m s.l.m.

IT04 Pomarolo (TN) – 670 m s.l.m.

**Tab. 1** - Breve descrizione stazionale dei siti altoatesini

	<b>IT01 – RENON Selva Verde</b>	<b>IT02 – MONTICOLO Priol</b>
Posizione	11 Km NE di Bolzano	8 Km S di BZ
Quota m s.l.m. in the plot open field	1740 m 1770 m	570 m
Esposizione	S-E	S-W
Temperatura (°C): med. max. min.	4,3 °C (1990-2001) 24,6 -18,0	11,3 °C (1977-2002) 40,0 -15,0
Precipitazione media annua (mm):	984 mm (1985-2002)	819 mm (1977-2002)
Vegetazione	Picea abies, Pinus cembra, Larix decidua	Quercus pubescens, Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia
Suolo: soil Taxonomy F. A. O.	Haplorthod Haplic Podsol	Typic Dystochrepts Dystric Cambisols
Substrato geologico	porfido quarzifero	porfido quarzifero
Recenti forme d'impatto antropico pregresso:	costipamento del suolo per pascolo in bosco	raccolta di stame, utilizzazione intensiva di legna da ardere

Il monitoraggio integrale (Integrated Monitoring) degli ecosistemi forestali rappresenta la naturale evoluzione dell'ormai decennale programma di indagini sul deperimento dei boschi in Trentino-Alto Adige.

Nell'ambito della convenzione sugli inquinanti aeriformi di portata transfrontaliera su vasta scala (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution), la United Nations Economic Commission for Europe (UN-ECE) intraprese nel 1989 un progetto pilota "International Cooperative Programm on Assessment and Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Forest - I.M.P.", finalizzato al "controllo integrato" degli ecosistemi forestali.

La sua attuazione nel 1993, in forma di una rete europea di aree di osservazione permanenti (European network of permanent sample plots for monitoring of forest ecosystems) di cui fanno parte i quattro siti in Trentino-Alto Adige, costituisce elemento sostanziale del protocollo d'intenti della Dichiarazione di Strasburgo, 1a risoluzione del 18.12.1990, emanato dalla Conferenza Ministeriale per la Protezione delle Foreste.

La rete consta attualmente di 71 aree di monitoraggio permanenti distribuite in 21 nazioni dell'emisfero boreale (Europa e Canada) (Fig. 1).

Le aree di saggio altoatesine permanenti partecipano contestualmente alle reti dell'ICP-Forests, dell'I.G.B.P. (International Geosphere and Biosphere Programme) sotto-programmi BAHC (Biosphere Aspects of the Hydrological Cycle) e del GCTE (Global Change and Terrestrial Ecosystems). In particolare l'area sperimentale di Selva Verde di Renon (IT01), gestita di concerto con l'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente - Laboratorio di chimica fisica, fa inoltre parte del programma CARBOEUROPE (5° e 6° programma quadro dell'UE - Energy and Sustainable Development), come pure della rete di misura internazionale FLUXNET (Integrating Worldwide CO<sub>2</sub> - Flux Measurements).



Fig. 1: Posizine geografica delle aree ICP-IM

## 2 Finalità e metodi

Il programma di monitoraggio integrato (I.M.P.), la cui direzione e coordinamento sono stati assunti da Svezia e Finlandia, si è rivelato come il più completo ed ambizioso progetto di cooperazione internazionale per il controllo degli inquinanti aeriformi di portata transfrontaliera e relativi effetti sugli ecosistemi forestali, proponendosi altresì come momento unificante dell'attività di ricerca: vengono infatti introdotti per la prima volta standards operativi concordati a livello europeo tali da consentire raffronti in tempi successivi su scala continentale.

Esso comprende misurazioni e ricerche nei settori della meteorologia, della qualità dell'aria, del suolo, delle acque (accertamento di inquinanti), delle caratteristiche stazionali come

della flora e della fauna. In particolare dovrebbe essere possibilmente rilevata la maggior parte degli esseri viventi terrestri ed acquatici (terrestrial and aquatic biota) presenti sulle aree sperimentali.

Principali scopi della ricerca in Trentino-Alto Adige sono dunque l'accertamento

- di modificazioni negli ecosistemi forestali indotte da fattori di stress, da forme di impatto ambientale o piuttosto da variazioni climatiche
  - degli effetti sul bilancio trofico-energetico
- tramite
- il rilevamento dei parametri di normalità degli ecosistemi forestali, anche mediante la bioindicazione
- ai fini
- della gestione selvicolturale, per il mantenimento degli equilibri naturali e della capacità omeostatica degli ecosistemi forestali.

Gli ambiti d'indagine, definiti come da protocollo dei singoli sottoprogrammi ICP-IM per i parametri fisici e chimici obbligatori (mandatory), sono stati integrati da ulteriori indagini biometriche e con specifico riferimento alla bioindicazione:

*Clima, Chimica Precipitazioni, Chimica Aria, Chimica Organi Fogliari, Chimica Suolo, Chimica Lettieria, Chimica acqua nel Suolo, Chimica Acqua di Chioma, Stem-Flow, Rilievo Stato delle Chiome, Microbiologia del Suolo ed Enzimatica, Vegetazione, Flora Lichenica, Parametri del Suolo, Dendrocronologia, Macromiceti, Meso- e Macrofauna, Vertebrati, Ectomicorrize e Sistema radicale fine, Bioindicazione.*

Alla realizzazione del progetto di monitoraggio integrato partecipano oltre un centinaio di esperti afferenti a diversi istituti di ricerca in ambito nazionale ed internazionale, in particolare laboratori ed uffici provinciali fra i quali il Laboratorio di Chimica Fisica, il Laboratorio Biologico di Laives, il Laboratorio di Chimica Agraria di Laimburg, l'Ufficio Idrografico e l'Ufficio Amministrazione Forestale per il coordinamento.

### **3 Risultati**

La mole di dati acquisiti rappresenta una fonte di informazioni senza precedenti per quantità, continuità nel tempo e confrontabilità con siti omologhi. Un sicuro punto di riferimento per successivi studi di carattere ecosistemico!

Si riportano sinteticamente le risultanze relative ai parametri più significativi e che più compiutamente descrivono lo stato degli ecosistemi forestali indagati, rimandando alla bibliografia citata per ulteriori approfondimenti.

#### **Inquinanti aeriformi**

Le concentrazioni medie annue dei principali inquinanti aeriformi, ozono (O<sub>3</sub>) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), rilevate presso la stazione di zero di Renon a partire dal 1990, si mantengono al di sotto delle rispettive soglie critiche, mentre per l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) sono addirittura al di sotto della soglia di rilevamento strumentale.

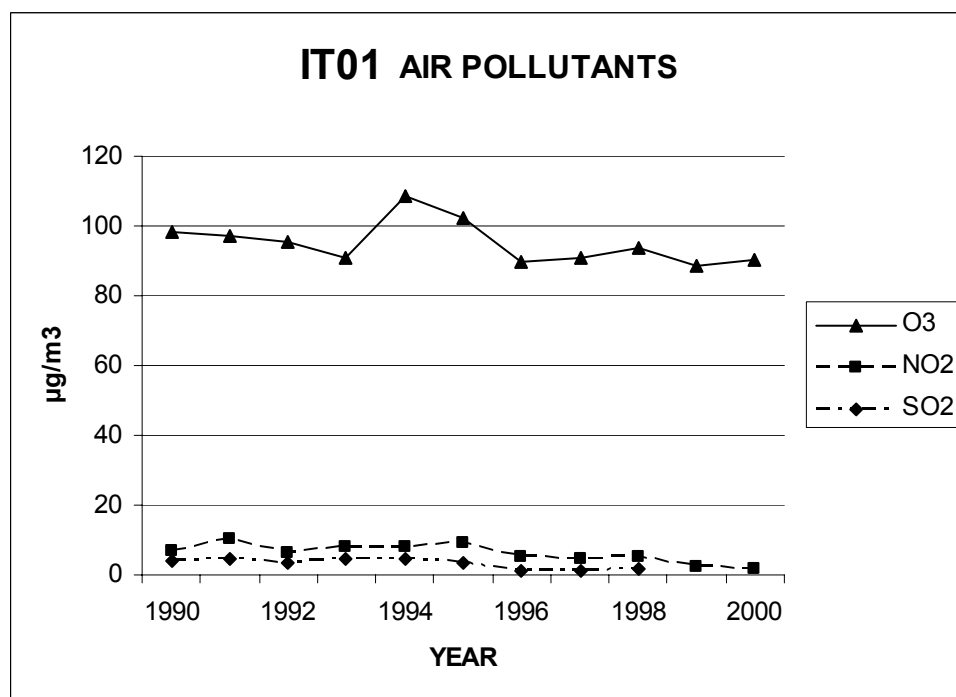


Fig. 2: Concentrazioni medie annue dei principali inquinanti aeriformi sul sito IT01

#### Scambi di anidride carbonica

Gli scambi di anidride carbonica fra atmosfera ed ecosistema, rilevati fra il 1998 ed il 2001 presso la torre di misura sul sito di Renon-Selva Verde mediante la tecnica della correlazione turbolenta (*eddy covariance* o *eddy correlation*), presentano un bilancio positivo netto annuo (sink di carbonio) compreso fra 4,2 e 4,9 t C/ha; quantità sottratte all'atmosfera tramite fotosintesi ed assimilazione ed immagazzinate come biomassa nel suolo e nel popolamento forestale (legno!). Le indagini hanno permesso di appurare come a Selva Verde il periodo vegetativo si protragga in genere per nove mesi all'anno: da marzo alla metà di novembre ca. L'attività fotosintetica ha luogo non appena l'intero sistema vascolare, dalle radici fino agli organi fotosintetizzanti, presenta una temperatura sopra 0°C.

Sorprendentemente emerge una minima attività fotosintetica da parte del popolamento di abete rosso durante le giornate di sole anche in pieno inverno. Il grafico in Fig. 3 indica chiaramente l'assorbimento di anidride carbonica (- 4 micromoli di anidride carbonica per metro quadrato al secondo) durante le ore centrali della giornata del 14 febbraio 1998.

#### Qualità delle precipitazioni

Le analisi delle deposizioni umide evidenziano una diminuzione del grado di acidità delle precipitazioni in ambedue i siti investigati negli anni '90 rispetto al decennio precedente.

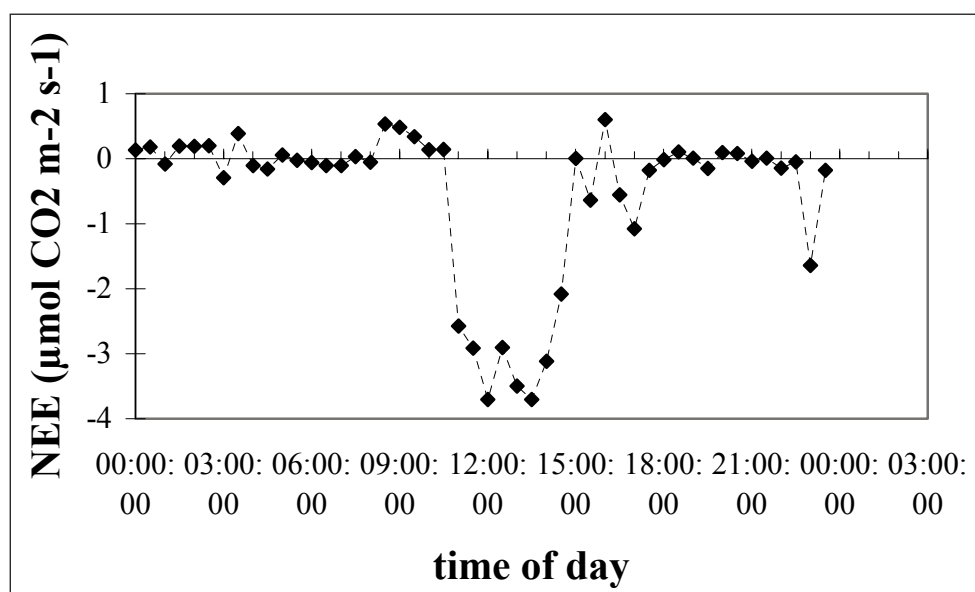


Fig. 3: Andamento giornaliero dell'assorbimento di anidride carbonica (valori negativi) il 14.02.1998 sul sito IT01.

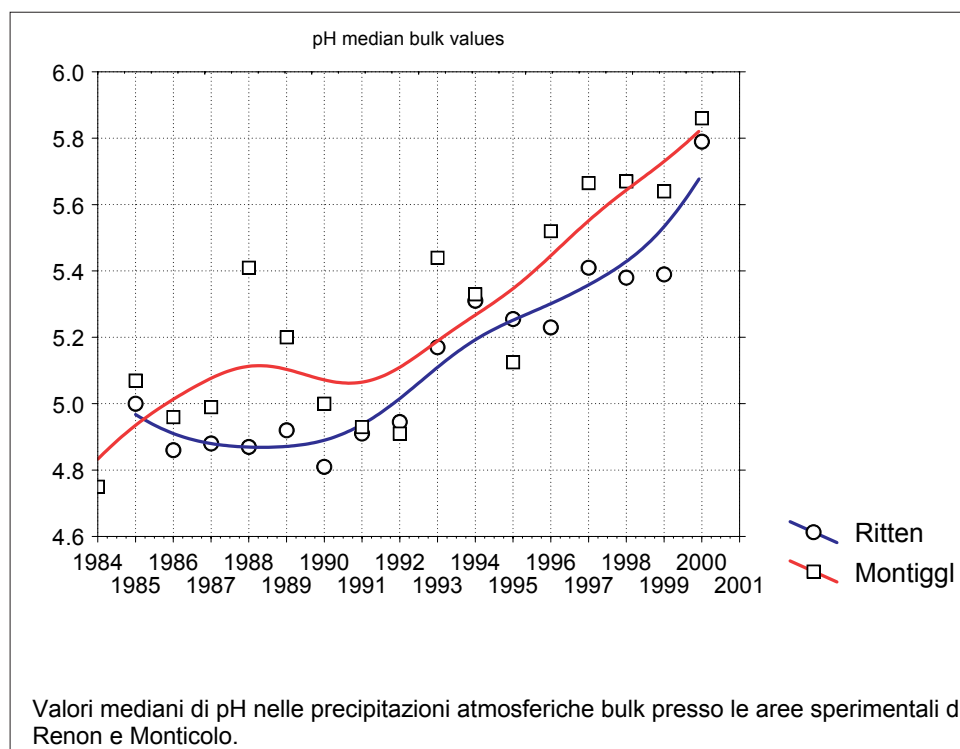


Fig. 4: Valori medianni di pH della precipitazione totale (bulk) nei siti IT01-Renon ed IT02-Monticolo.

## Bioindicazione

Organismi, che, in virtù della loro ristretta valenza ecologica (stenoecia), manifestano una particolare sensibilità a minime modificazioni dei fattori ambientali mediante alterazioni quali-quantitative a livello di singolo individuo o di popolazione, fungono da indicatori delle mutate condizioni stazionali.

Il bosco stesso, in quanto comunità complessa di organismi, rappresenta nelle sue diverse forme il bioindicatore più completo e sensitivo.

Nelle due province di Bolzano e Trento la concezione di approccio interdisciplinare, per l'acquisizione dei diversi parametri descrittivi le quattro aree prescelte, è stata pertanto estesa alla bioindicazione.

Sono state indagate le comunità di organismi vegetali ed animali stanziali, in particolare i gruppi di invertebrati, al fine di definire sulla base dei relativi parametri di presenza, abbondanza, dinamica delle popolazioni e valore biologico lo stato delle cenosi forestali oggetto di studio.

Per tale scopo sono stati adottati metodi di inventarizzazione di uso comune facendo ricorso a svariate tipologie di trappole per la cattura di insetti - a caduta nel suolo (pit-fall trap), a feromoni, cromotropiche, ad alcool, fascie adesive, piante esca, etc. - quali venivano controllate e svuotate periodicamente. Occasionalmente sono state impiegate anche trappole luminose.

Gli insetti in tal modo "catturati" hanno superato abbondantemente per numero e varietà di specie qualsiasi aspettativa! Inventari effettuati in tempi successivi (1992/93 e 2000) hanno inoltre consentito di evidenziare le dinamiche stagionali e nel medio periodo di alcune popolazioni di invertebrati e di micromammiferi.

L'elemento fondamentale emerso dall'insieme delle indagini riguarda le variazioni a carico dei parametri microbiologici del suolo forestale, che ne confermano la funzione esiziale per l'ecosistema forestale. Questi infatti consta di suolo e soprassuolo, ma come è noto, non esiste ecosistema forestale senza suolo forestale!

Nei primi strati di suolo sono state infatti censite elevate densità di colonizzazione della pedofauna: intorno ai 400.000 individui/m<sup>2</sup>.

Da questi dipendono in massima parte i processi di mineralizzazione della lettiera e quindi il turnover degli elementi nutritivi a disposizione del popolamento forestale.

Rispetto al 1993, nell'anno 2000 è aumentata la macrofauna, in particolare i lumbricidi, sia in termini numerici, sia di biomassa (Tab. 2) a discapito, per motivi non meglio chiariti, della mesofauna e degli enchitreidi.

**Tab. 2** - Densità di colonizzazione (Ind./m<sup>2</sup>) della pedofauna (0-15 cm)

IT01 – RENON	1993	2000	
<b>Macrofauna</b> Gasteropoda, Lumbricidae, Aranei, Opiliones, Pseudoscorpiones, Chilopoda, Diplopoda, Paupoda, Symphyla, Protura, Diplura, Coleoptera, Lepidoptra, Hymenoptera, Brachycera, Nematocera, Diptera, Homoptera, Heteroptera, Dermaptera	4.063	7.559	Biomassa dei Lumbricidi: da 924 mg/m <sup>2</sup> (1993) a 5.049 mg/m <sup>2</sup> (2000)
<b>Enchytraeidae</b>	20.195	14.383	
<b>Mesofauna (Acari, Collembola)</b>	401.755	145.339	

IT02 – MONTICOLO	1993	2000	
<b>Macrofauna</b>	4.618	14.658	Biomassa dei Lumbricidi: da 2.000 mg/m <sup>2</sup> (1993) a sorprendenti 31.000 mg/m <sup>2</sup> (2000)
<b>Enchytraeidae</b>	8.771	2.888	
<b>Mesofauna (Acari, Collembola)</b>	398.605	47.802	Decimazione della Mesofauna (?)

Analogamente accresciuti sono pure i parametri di biomassa microbica - la massa degli organismi decompositori - e quindi la cosiddetta respirazione indotta dal substrato (SIR).

Un incremento rispetto al 1993 si registra anche a carico della biomassa di radici fini come pure del rate di colonizzazione radicale da parte delle micorrize ectotrofiche.

Queste modificazioni a livello del suolo nel breve-medio periodo si possono ricondurre a diversi fattori: ad un aumento del contributo di sostanza organica (lettiera), a più elevati valori termo-udometrici e di pH, più in generale a condizioni favorevoli dovute al minor disturbo delle aree a seguito della loro recinzione, a testimonianza della notevole capacità di recupero degli ecosistemi dopo il secolare sfruttamento (pascolo, raccolta di stame).

## Conclusioni

I dati acquisiti in relazione ai principali parametri fisici, chimici e biologici indicano generali condizioni di naturalità delle formazioni boscate in esame, mentre non si evidenziano danni permanenti immediati a seguito di carichi inquinanti.



Anche la ragionevole elevata diversità di specie presenti (*grado di biodiversità*) con quasi 3000 diverse specie di esseri viventi (in gran parte invertebrati) è testimone di equilibrate condizioni negli ecosistemi forestali indagati (Tab. 3).

Una prima sommaria elaborazione porta a:

135 i nuovi reperti per l'Alto Adige (NEW S.T.),

35 i nuovi reperti per l'Italia (NEW I.),

5 le specie finora ignote di insetti (NEW).

**Tab. 3** – Numero di specie repertate per i principali taxa animali e vegetali

Situazione al 19.12.2002	SOUTH TYROL				IT01 - Renon				IT02 - Monticolo			
	Total Spec.	NEW S.T.	NEW I.	NEW	Tot. Spec.	NEW S.T.	NEW I.	NEW	Tot. Spec.	NEW S.T.	NEW I.	NEW
Ord. ARANEAE	184	11	0	0	82	4	0	0	118	11	0	0
Ord. SCORPIONES	2								2			
Ord. ISOPODA	6	2			3	1			5	1		
S.Cl. DIPLOPODA	18	0	0	0	17	0	0	0	11	0	0	0
S.Cl. CHILOPODA	14				9				8			
Ord. COLLEMBOLA	82	48	17	0	52	15	8	0	58	33	9	0
Ord. ORTHOPTERA	14	3			4				12	3		
Ord. HETEROPTERA	131	3	1	0	36	1	0	0	103	2	1	0
Ord. HOMOPTERA (Auchenorrhyncha)	73	12	0	0	31	3	0	0	46	9	0	0
Ord. COLEOPTERA	694	12	7	0	257	0	5	0	535	12	2	0
Ord. LEPIDOPTERA	973	27	5	5	367	8	1	0	750	20	4	5
Ord. DIPTERA	57	15	5	0	28	0	0	0	33	15	5	0
Ord. HYMENOPTERA	29				14				17			
Ord. OPISTHOPODA	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
Ord. ANURA	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Ord. URODELA	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ord. SQUAMATA	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
Cl. AVES	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ord. INSECTIVORA	5	1	0	0	3	1	0	0	2	0	0	0
Ord. RODENTIA	9	0	0	0	7	0	0	0	5	0	0	0
Ord. CARNIVORA	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VASCULAR PLANTS	112	0	0	0	43	0	0	0	78	0	0	0
MYCETES	506	1	0	0	274	0	0	0	333	1	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2927</b>	<b>135</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>1231</b>	<b>33</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>2133</b>	<b>107</b>	<b>21</b>	<b>5</b>

Evidente risulta essere viceversa l'impatto antropico pregresso, quale si manifesta con scompensi a livello fisico e biochimico nel suolo, mentre emerge con sempre maggiore evidenza il condizionamento dovuto alle variazioni climatiche in atto, fenomeno di portata planetaria e pertanto principale futura incognita per gli ecosistemi monitorati sotto forma di stress fisiologici in seguito a ricorrenti anomalie climatiche come estremi termici, periodi siccitosi, aridità da gelo, gelate tardive etc.

## Bibliografia

Published Reports and Articles based on Integrated Monitoring Data:

- AICHNER M., 1997 - Analisi chimico -fisiche dei terreni forestali nelle aree di osservazione permanenti di 1°- 2°- 3° livello (cofinanziamento EU-Reg. 3528/86, 2157/92, 1091/94) Rapporto 1995 Ufficio 33.2 Laboratorio Agrochimico di Laimburg; Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- AMBROSI P., CONFALONIERI M., SALVADORI C., 2000 - Biomonitoraggio in due aree di studio permanenti nei boschi del Trentino. *Atti del Convegno: Il biomonitoraggio nello studio delle variazioni ambientali. Reti neurali, intelligenza artificiale e foreste*; Dendronatura 2, 61-65.
- AMBROSI P., BERTAGNOLLI M., CONFALONIERI M., LA PORTA N., MARCHETTI F., MARESI G., MINERBI S., SALVADORI C., VALENTINOTTI R., 2001 – Eight years of Integrated Monitoring in Alpine Forest Ecosystems of Trentino and South Tyrol, Italy. *Journal of Limnology* (accepted).
- BELLÙ F., GORRERI N., 2000 – Monitoring of macromycetes at the permanent plots IT01 Renon - IT02 Monticolo - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo during 1999; Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- BELLÙ F., GORRERI N., 1998 – Monitoring of macromycetes at the permanent plots IT01 Renon - IT02 Monticolo - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo during 1996; Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- BELLÙ F., GORRERI N., 1998 – Monitoring of macromycetes at the permanent plots IT01 Renon - IT02 Monticolo - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo during 1997; Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano
- CARL M., 1997 - Biomonitoring Der Zikadenfauna (Auchenorrhyncha) an den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel 1996; Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- CARL M., 2001 - Biomonitoring der Zikadenfauna (Auchenorrhyncha) an den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel - Untersuchungsjahr 2000; Report Forest Department, Autonomous Province of Bolzano, 2001.
- HEISS E., 2001 - Untersuchungen der Heteropterenfauna (Heteroptera) an den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo - Untersuchungsjahr 2000; Report Forest Department - Autonomous Province of Bolzano and Forest Services - Autonomous Province of Trento, 2001.
- HUBER W., AICHNER M, 1997 - Contents of micro- macroelements and toxic substances in spruce needles at the level 1-2-3 monitoring plots in South Tyrol (co-funded by EU-Reg. 3528/86, 2157/92, 1091/94); Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano - Department 29 & Environment Agency - Office 33.2 Agricultural Chemistry Laboratory of the Laimburg Research Centre.
- HUEMER P., 1995 – Teilbereich Zoologie: Schmetterlinge (Lepidoptera) an den Standorten Ritten und Montiggel, zusammenfassender Erhebungsbericht 1992-1995. – Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck. - Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- HUEMER P., 1997 - Einsatz von Pheromonfallen als empfindliche und effiziente Methodik für ein Monitoring von Wicklern (Lepidoptera, Tortricidae) in Waldstandorten Südtirols und Trient, Erhebungsjahr 1997. – Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck. Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.

- HUEMER P., 2001 - Biomonitoring der Schmetterlingsfauna (Lepidoptera) an den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten und IT02 Montiggel. Report 2000 Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- KOPESZKI H., 2001 - Passive und aktive Bioindikation mit Springschwänzen (Collembola) an den Waldstandorten IT01 Ritten und IT02 Montiggel. Report 2000. Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- KOPESZKI H., 2001 - Passive und aktive Bioindikation mit Springschwänzen (Collembola) an den Waldstandorten IT01 Ritten - IT02 Montiggel - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo. Erhebungsjahr 2000; Report Forest Department - Autonomous Province of Bolzano and Forest Services - Autonomous Province of Trento, 2001.
- LADURNER E., CAZZOLLI N., 2001 - Die Kleinsäugerfauna von Ritten und Montiggel: Populationsökologie und Habitatnutzung, Untersuchungsjahr 2000; Report Forest Department, Autonomous Province of Bolzano, 2001.
- LÄNGLE T., STEINER E., KIRCHMAIR M., PÖDER R., 2001 - Monitoring of the ectomycorrhizal status of trees in two selected forest sites in the Province of Bozen, Italy, in the years 1993 and 2000; Report Forest Department, Autonomous Province of Bolzano, 2001.
- LA PORTA N., VALENTINOTTI R., SALVADORI C., AMBROSI P., CONFALONIERI M., 2002 - Analisi quantitativa della componente macromicetica di aree forestali in ambiente alpino. - Gredleriana, 2 (2002): 331-336.
- MARCHETTI F., TAIT D., AMBROSI P., MINERBI S. - Atmospheric deposition at four forestry sites in the alpine region Trentino-South Tyrol; Journal of Limnology (in press).
- MEYER E., 1997 - Diplopoda aus Barberfallen in Waldstandorten der Auton. Prov. Bozen und Trient, (Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo), Erhebungsjahre 1992-1993 Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- MEYER E., 1997 - Die Waldbodenfauna nördlich und südlich des Alpenhauptkammes, Ed. Abhandlungen und Berichte des Naturkundenmuseum Görlitz, 69, 2: 135-150.
- MEYER E., KÖSSLER W., 2001 - Bodenzoologische Untersuchungen auf Waldstandorten der Provinzen Bozen und Trient (Italien),- Erhebungsjahr 2000; Report Forest Department - Autonomous Province of Bolzano and Forest Services - Autonomous Province of Trento, 2001.
- MINERBI S., 1997 collected by - Abstracts of International Meeting for Specialists in Forest Ecosystems on INTEGRATED MONITORING IN ALPINE FOREST ECOSYSTEMS - 29-31 October 1997, Bozen - Bolzano - Italy; Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- MINERBI S., 1998 - Forschungsarbeit in Südtirol: Treibhauseffekt, Klima und Wald: [http://www.provinz.bz.it/forst/untersuchung\\_d.htm](http://www.provinz.bz.it/forst/untersuchung_d.htm) Das Land Südtirol 5/1998 - Landespresseamt, E-Mail: LPA@provinz.bz.it
- MINERBI S., 1998 - Effetto serra, clima e bosco - Indagini scientifiche in Alto Adige [http://www.provinz.bz.it/forst/indagine\\_i.htm](http://www.provinz.bz.it/forst/indagine_i.htm) Provincia Autonoma 5/1998 - Ufficio Stampa della Giunta Provinciale E-Mail USP@provincia.bz.it
- MINERBI S., 2002 - „Integrated Monitoring“ - Das Programm zur ganzheitlichen Überwachung der Waldökosysteme in Trentino-Südtirol. - Referat: Internat. Tagung Naturmuseum Südtirol, 12. Sept. 2002, Bozen (CD - Power point).
- NOFLATSCHER M. T., 1994 - Die Spinnenfauna (Arachnida: Aranei) an den Standorten Ritten Montiggel, Passo Lavazè und Pomarolo im Jahr 1992. - Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- NOFLATSCHER M. T., 1995 - Die Spinnenfauna (Arachnida: Aranei) an den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten, IT02 Montiggel, IT03 Lavazè, IT04 Pomarolo im Untersuchungsjahr 1992. - Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- PÖDER R., PERNFUSS B., RIENECK W., THURNER S., 1994 - Untersuchungen am Feinwurzelsystem mykotropher Waldbäume im Montiggler Wald und am Ritten (Prov. Bozen): Monitoring von Ektomykorrhizen im Rahmen des UN ECE Projektes ICP on Integrated Monitoring. - Institut für Mikrobiologie, Innsbruck. - Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- SCHINNER F., MARGESIN R., 2001 - Bodenmikrobiologische Untersuchungen an den Standorten IT01 Ritten - IT02 Montiggel - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo - Bodenmikrobiologie - Bodenenzymatik - Erhebungsjahr 2000; - Report Forest Department - Autonomous Province of Bolzano and Forest Services - Autonomous Province of Trento, 2001.

- SCHINNER F., MARGESIN R., THURNBICHLER P., 2001 - Untersuchungen zum Streuabbau auf den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo - Erhebungsjahr 2001; Report Forest Department - Autonomous Province of Bolzano and Forest Services - Autonomous Province of Trento, 2001.
- SCHWIENBACHER W., 1997 - Teilbereich Zoologie: Käfer (Coleoptera), Erhebungsjahr 1993 - Untersuchungsfläche IT01 Renon/Ritten - Ed. Forest Department, Auton. Province of Bolzano.
- SCHWIENBACHER W., 1997 - Teilbereich Zoologie: Käfer (Coleoptera), Erhebungsjahr 1993 - Untersuchungsfläche IT02 Monticolo/ Montiggel - Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.
- SCHWIENBACHER W., 1997 - Teilbereich Zoologie: Käfer (Coleoptera) an den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel. Bericht 1992-1996 Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano
- SCHWIENBACHER W., 1999 - Teilbereich Zoologie: Käfer (Coleoptera) an den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel. Bericht 1998. Ed. Forest Department – Auton. Prov. of Bolzano
- SCHWIENBACHER W., 2000 - Teilbereich Zoologie: Käfer (Coleoptera) an den Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel. Bericht 1999. Ed. Forest Department – Auton. Prov. of Bolzano.
- ZULKA K. P., 1997 - Die Chilopodenfauna von vier Standorten der Provinzen Bozen und Trient (Italien) - (Dauerbeobachtungsflächen IT01 Ritten - IT02 Montiggel - IT03 Lavazè - IT04 Pomarolo), Erhebungsjahre 1992-1993 Ed. Forest Department - Autonomous Province of Bolzano.

Indirizzo dell'Autore:

Dr. Stefano Minerbi  
Ufficio 32.1 Amministrazione Forestale, Bolzano  
*e-mail*: stefano.minerbi@provincia.bz.it