

Le specie esotiche invasive e il biomonitoraggio

Martedì 16 novembre 2021 ore 10:00

Anna Carpanelli, Regione Friuli Venezia Giulia.
Nicola Skert, ARPA FVG.



REALIZZATO DA:





agenzia Regionale PER LA
PROTEZIONE DELL'ambiente
DEL FRIULI venezia giulia



Dalla biodiversità al biomonitoraggio

Il legame tra ambiente e salute

PARTE PRIMA

LE SPECIE ALIENE INVASIVE MINACCIANO IL BENESSERE UMANO

«IPOSTESI DEI RIVETTI»



➔ Gli ecologi Paul e Anne Ehrlich hanno paragonato **la perdita di biodiversità** alla rimozione di un migliaio di rivetti dalle ali e dalla fusoliera di un aereo.



- Se un incosciente comincia a toglierli, convinto che tanto ce ne siano migliaia più del necessario, potrà accadere che le ali cedano di colpo e l'aereo precipiti.

- Via via che le attività umane portano le specie sull'orlo dell'**estinzione**, senza che si abbia il tempo di rendersi conto di qual è la loro **funzione** nel complesso intreccio degli ecosistemi, negli stessi ecosistemi si assiste ad un'alterazione di importanti processi e funzioni.
- Corriamo il rischio di fare la fine di quell'incosciente che aveva tolto un rivetto di troppo alle ali dell'aereo!



OBIETTIVI DEL WEBINAR

- Comprendere l'importanza della conservazione della biodiversità per la conservazione dei servizi ecosistemici
- Comprendere perché le specie esotiche invasive sono un problema per la biodiversità e una minaccia per il benessere umano
- Comprendere cosa si può fare per contrastare le specie esotiche in FVG, la strategia regionale per il contrasto alle IAS

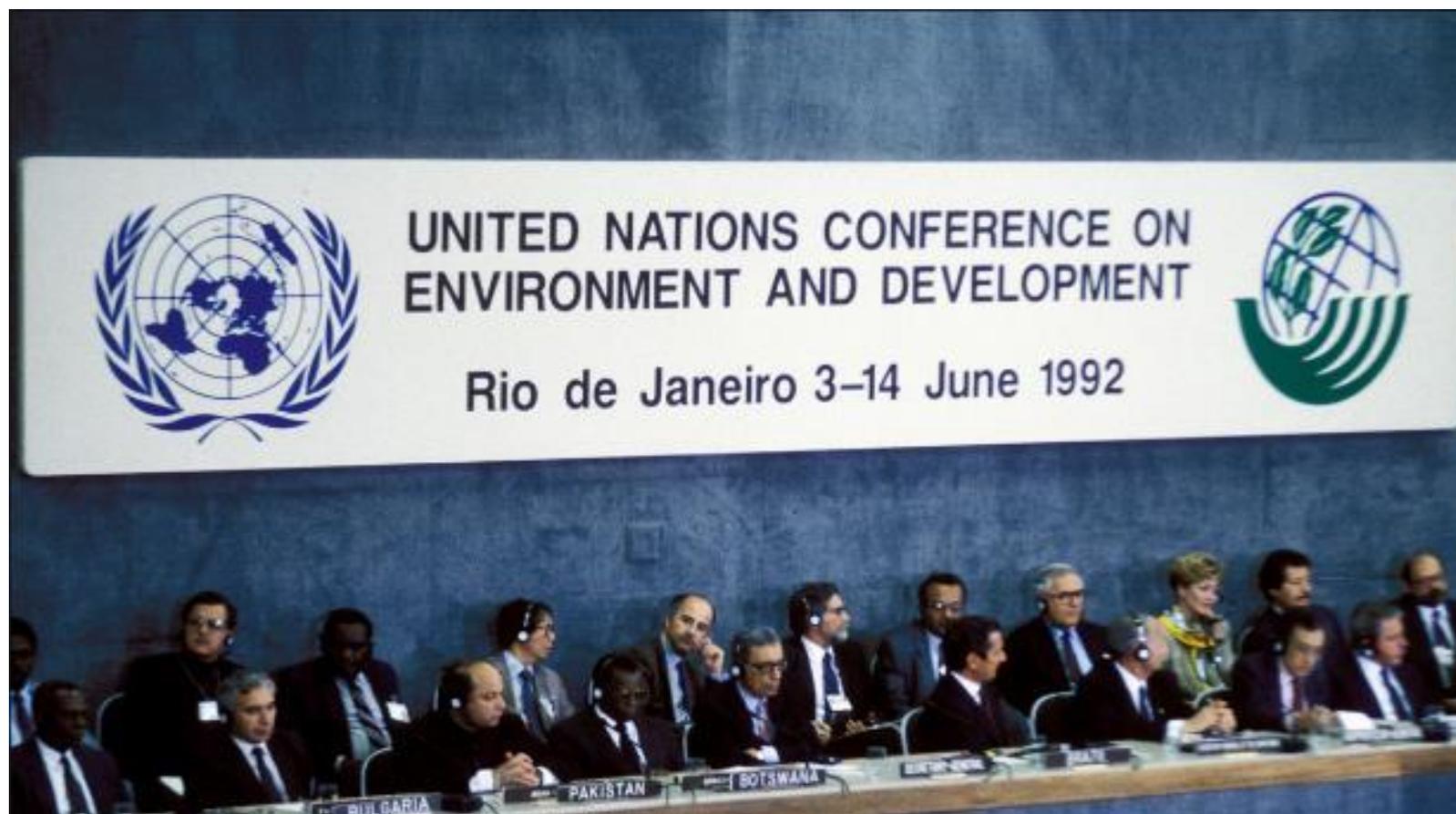
E forse siamo ancora in tempo per un atterraggio
di emergenza!



IL PROGRAMMA DEL WEBINAR

- 1) la biodiversità: alcune definizioni
- 2) I servizi ecosistemici e il benessere umano
- 3) Le principali minacce alla biodiversità
- 4) Le specie esotiche invasive (IAS):
 - ✓ cosa sono
 - ✓ Danni causati
 - ✓ Cosa si può fare: norme per il contrasto

DEFINIZIONE CONDIVISA DI BIODIVERSITA' ...



varietà e variabilità degli organismi viventi e dei sistemi ecologici (sottosuolo, aria, mare e terra) in cui essi vivono

- 1) DIVERSITA' GENETICA
- 2) DIVERSITA' SPECIFICA
- 3) DIVERSITA' ECOSISTEMICA

Dalla convenzione ONU sulla biodiversità (CBD), definita nelle sue linee guida nel corso del Summit della terra del 1992 a Rio de Janeiro

DIVERSITA' GENETICA

differenza dei geni all'interno di una determinata specie; caratterizza gruppi di individui con caratteristiche particolarmente affini all'interno della stessa specie (popolazione).

Le popolazioni appartenenti ad una stessa specie condividono lo stesso **pool di geni** e si mantengono più o meno isolate le une dalle altre solitamente per mezzo di barriere geografiche (es. oceani, fiumi, montagne, aree di grandi estensioni)

Sul patrimonio genetico di una specie agiscono la **selezione naturale e artificiale** ed è alla base di gran parte della biodiversità osservabile oggi.



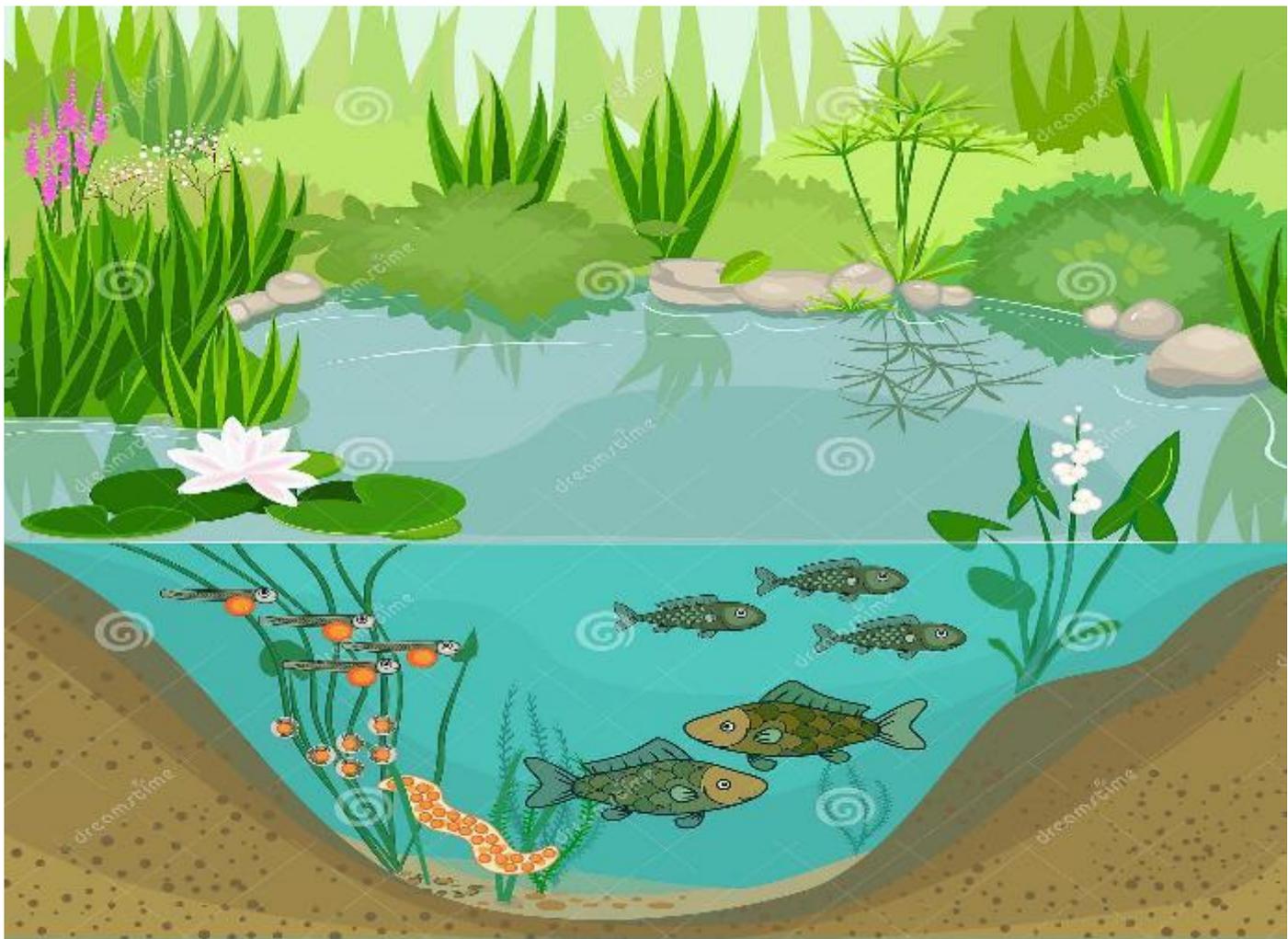


DIVERSITA'SPECIFICA

RICCHEZZA (numero) di specie o la **FREQUENZA delle specie**, cioè la loro rarità o abbondanza in un territorio o **in un *habitat***

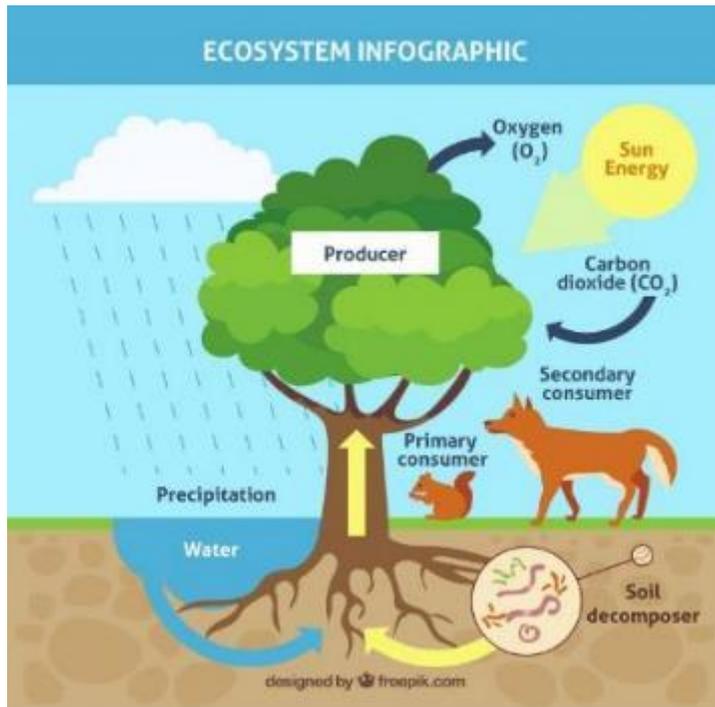
Fino a oggi sono state descritte oltre 1 milione e 900 mila specie, ma in realtà si ipotizza che ne possano esistere oltre 12 milioni

Le specie animali sono circa 1.318.000, di cui 1.265.000 invertebrati e 52.500 vertebrati (2.500 pesci, 9.800 uccelli, 8.000 rettili, 4960 anfibi, 4.640 mammiferi). E poi 10.000 specie di batteri, 72.000 specie di funghi, 50.000 specie di protisti, 270.000 specie di piante. (fonte WWF)



DIVERSITA' ECOSISTEMICA

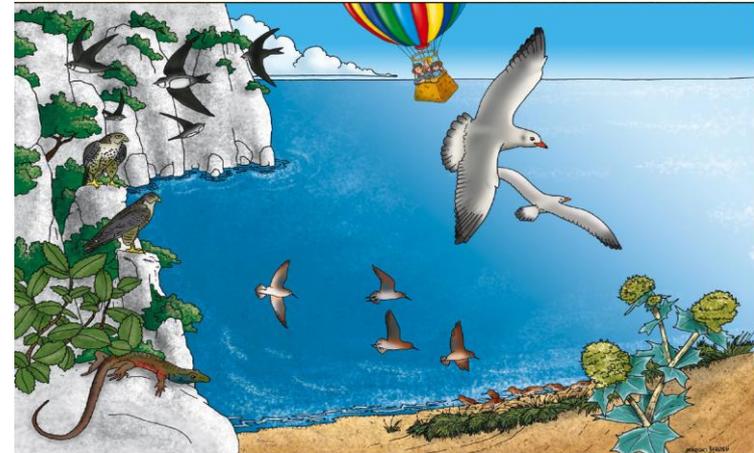
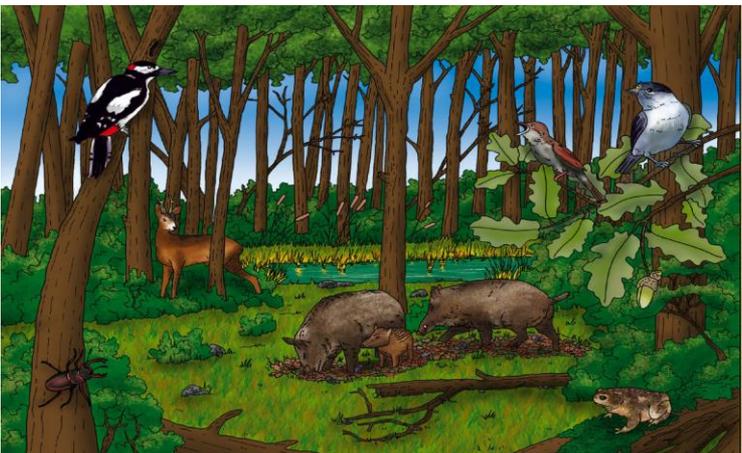
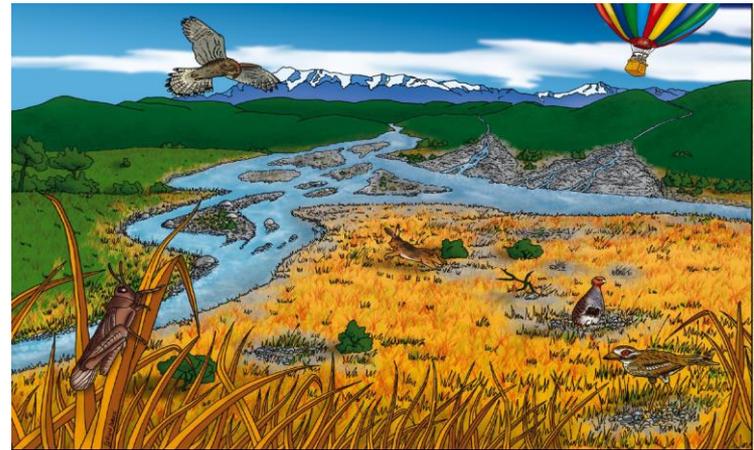
numero e l'abbondanza degli habitat, delle comunità viventi e degli ecosistemi all'interno dei quali i diversi organismi vivono e **si evolvono**

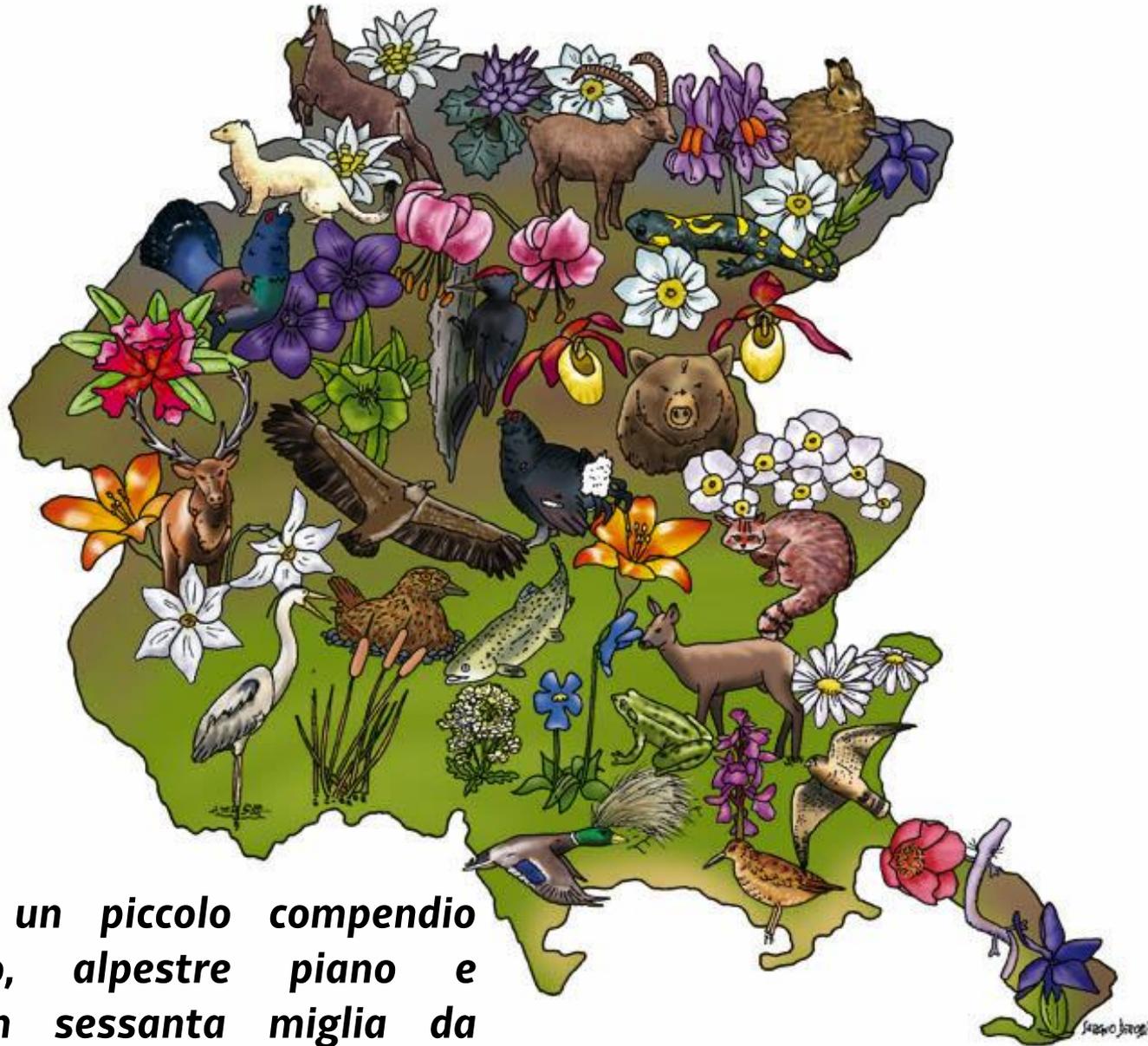


ECOSISTEMA

- ✓ Fattori abiotici (geomorfologici, pedologici e climatici)
- ✓ comunità biotiche

Al variare delle combinazioni dei due gruppi di fattori abbiamo vari tipi di ecosistemi (*da: una rete di protezione per la natura, Regione FVG, 2009*)

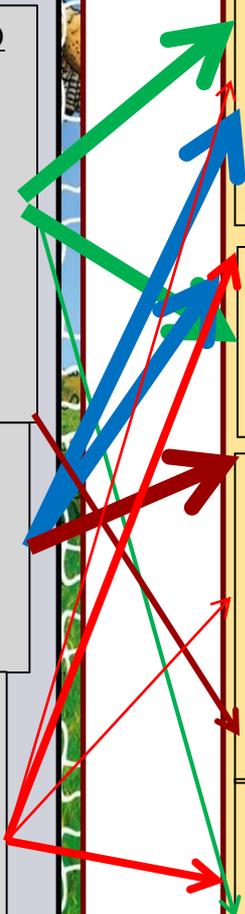
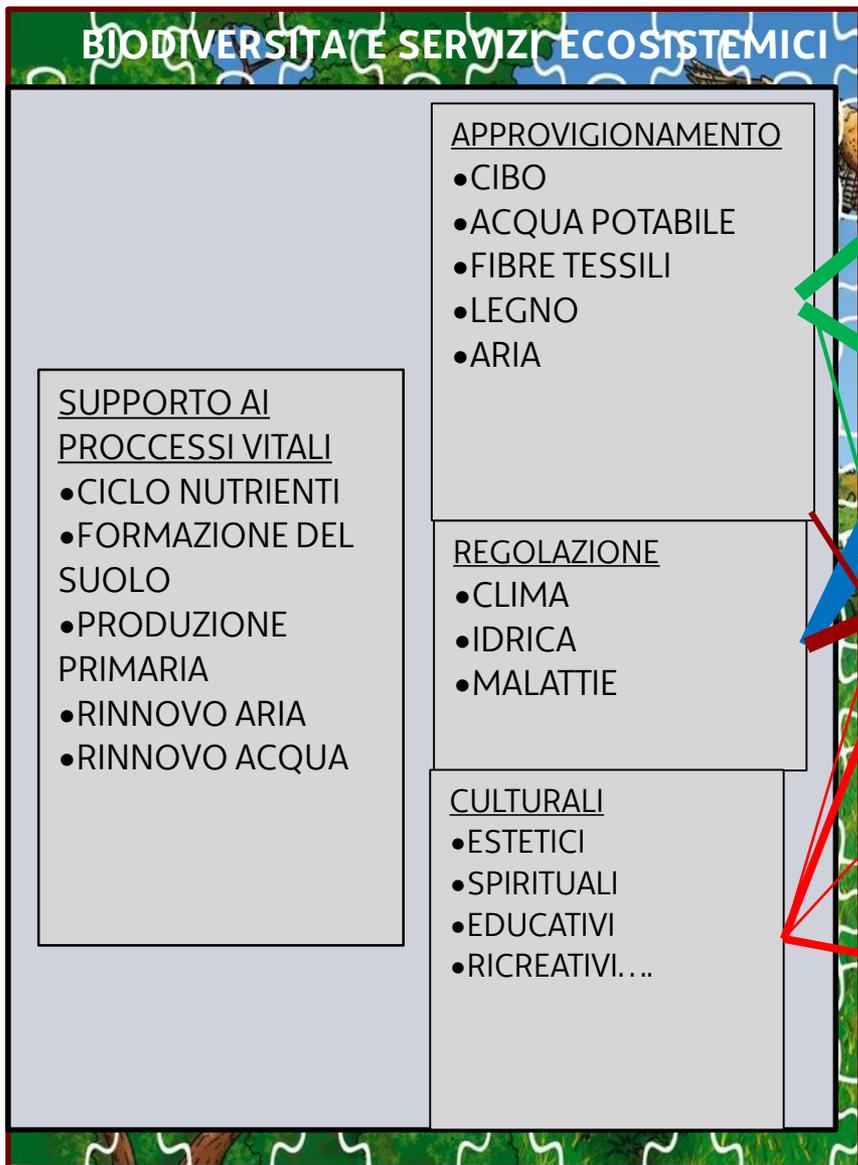




**il Friuli è un piccolo compendio
dell'universo, alpestre piano e
lagunoso in sessanta miglia da
tramontana a mezzodì (I.Nievo)**

Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005



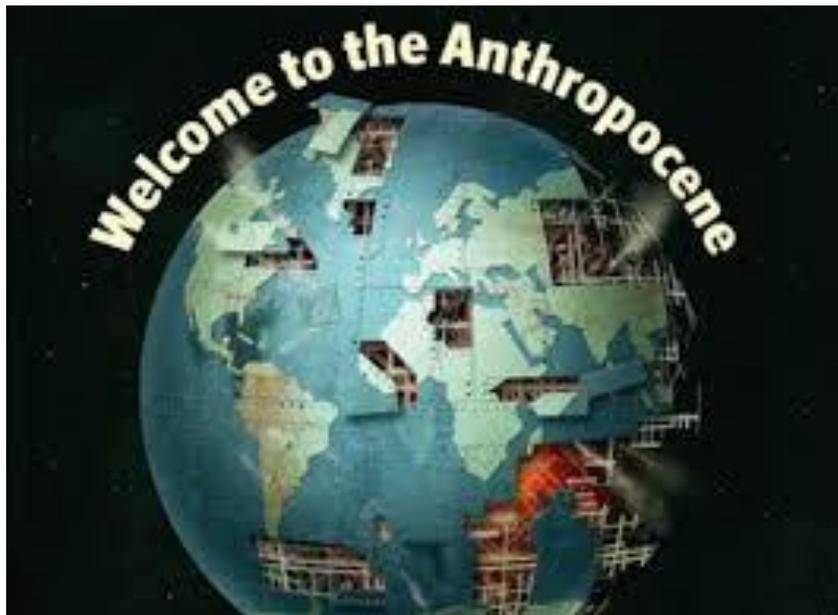


L'IMPORTANZA DELL'IMPOLLINAZIONE:

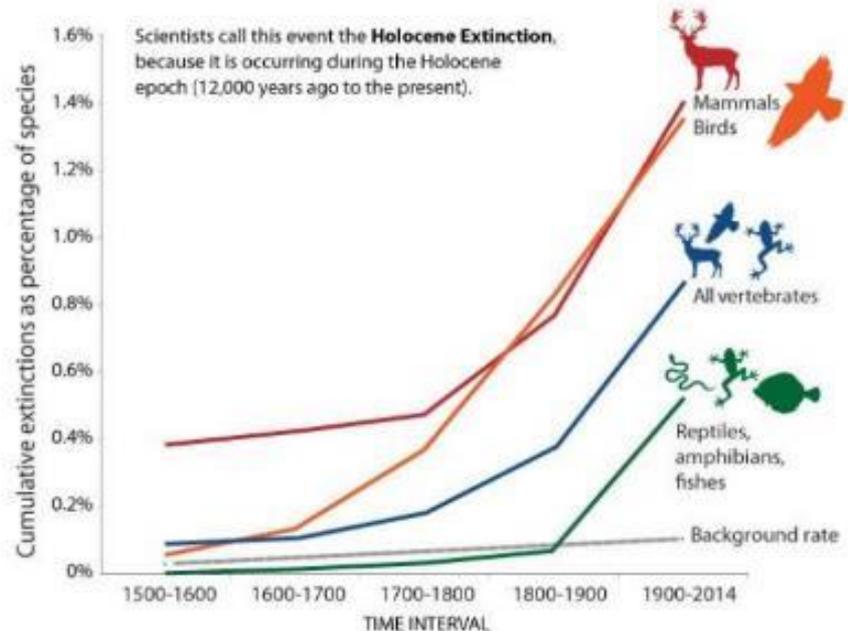
- il 90% delle piante selvatiche a fiore dipende dagli impollinatori per riprodursi:
- oltre il 75% delle principali colture agrarie beneficia dell'impollinazione operata (almeno 16mila insetti).
- Il valore economico del servizio di impollinazione animale è stimato in circa 153 miliardi di euro/anno su scala mondiale,
- 22 miliardi su scala europea
- 3 miliardi su scala nazionale.
- La produzione agricola mondiale direttamente associata all'impollinazione rappresenta un valore economico stimato tra 199 e 589 miliardi di euro.

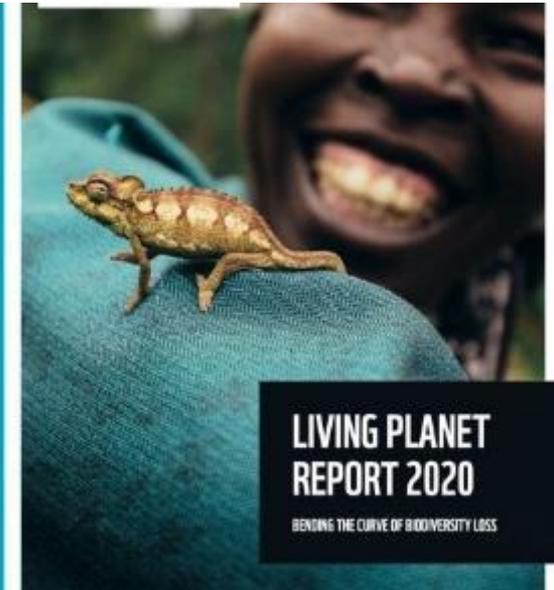


Nell'attuale era geologica, detta antropocene, le cause principali delle modifiche territoriali, strutturali e climatiche sono attribuite all'essere umano e alle sue attività



A SIXTH EXTINCTION: THE HOLOCENE





<https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment> - 2019

A partire dalla rivoluzione industriale il **75% dell'ambiente terrestre e 66% di quello marino sono stati gravemente modificati**

La natura è stata distrutta negli ultimi 100 anni a una **velocità da cento a mille volte superiore alla media** degli ultimi dieci milioni di anni.

un milione di specie sono a rischio di estinzione.

In Europa sono a rischio di estinzione: il 42% dei mammiferi autoctoni, il 15% degli uccelli, il 45% delle farfalle, il 30% degli anfibi, il 45% dei rettili, il 52% dei pesci di acqua dolce. (fonte ISPRA)



CBD – 20 Obiettivi di Aichi a tutela della biodiversità (2010-2020)

«Porre fine alla perdita di biodiversità e la degrado dei servizi ecosistemici nell'Unione Europea entro il 2020 e ripristinarli nei limiti del possibile»

A settembre 2020 l'ONU ha annunciato che nessuno degli obiettivi è stato raggiunto

MINACCE ALLA BIODIVERSITA'

1. - Frammentazione e distruzione degli habitat
2. - **Specie esotiche invasive** ←
3. - Inquinamento
4. - Sfruttamento eccessivo delle risorse
5. - Cambiamento climatico



**Specie
Aliene o
esotiche
sono
sinonimi**

FILMATO

COSA SONO LE SPECIE ALIENE INVASIVE IAS



**Le specie ALIENE invasive
minacciano la biodiversità...loro malgrado**

Specie aliene o esotiche **invasive -IAS**

Specie **aliene** che **causano danni** alla biodiversità, alle attività umane e alla salute



LE IAS SONO UN PROBLEMA POCO CONOSCIUTO E **SOTTOVALUTATO** !

**SOLO IL 2% DEI CITTADINI
EUROPEI LE CONSIDERA UNA
MINACCIA**

AMBIENTE,
AMBIENTE,
AMBIENTE!
PALLE!

CADRÀ
IN DISGRAZIA
ANCHE LUI, COME
IL COMUNISMO.



SPECIE ESOTICHE

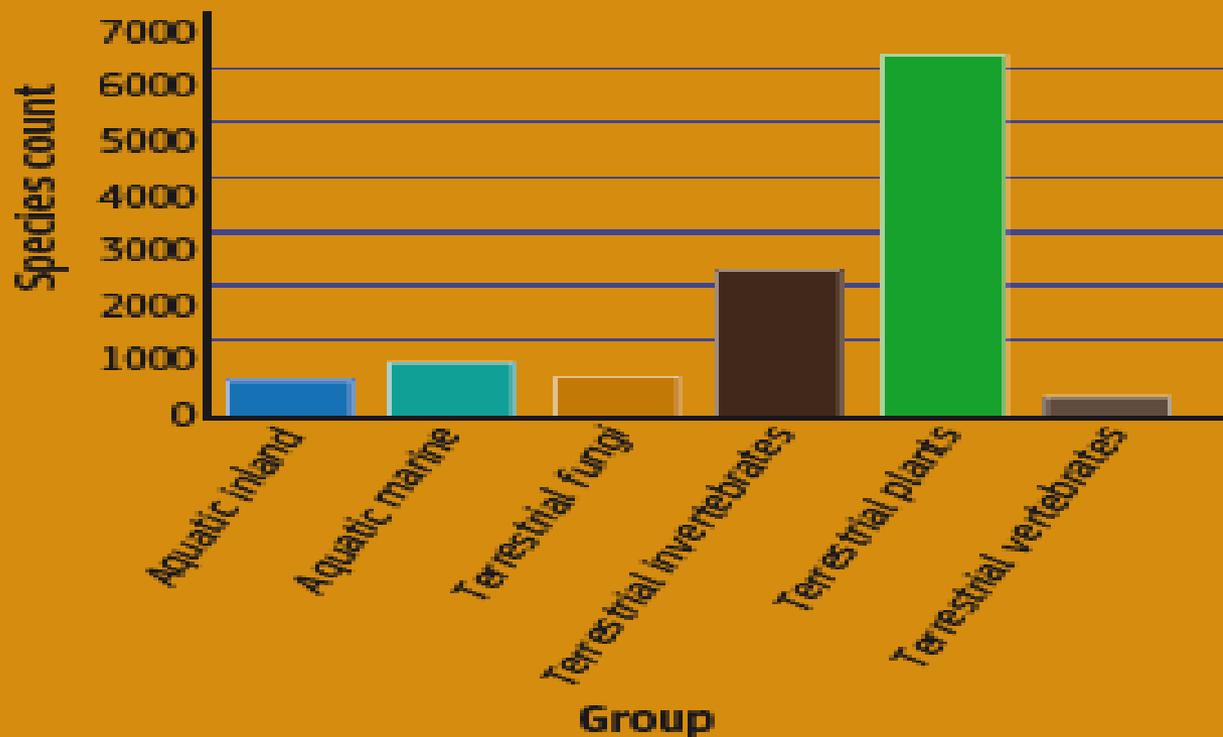
Specie spostate dall'uomo al di fuori del loro areale naturale in maniera deliberata (ornamentali, agricole ecc.) o accidentale.
In Europa si stima ce ne siano più di 12.000 specie

**Non tutte le specie esotiche sono dannose
per la biodiversità!**



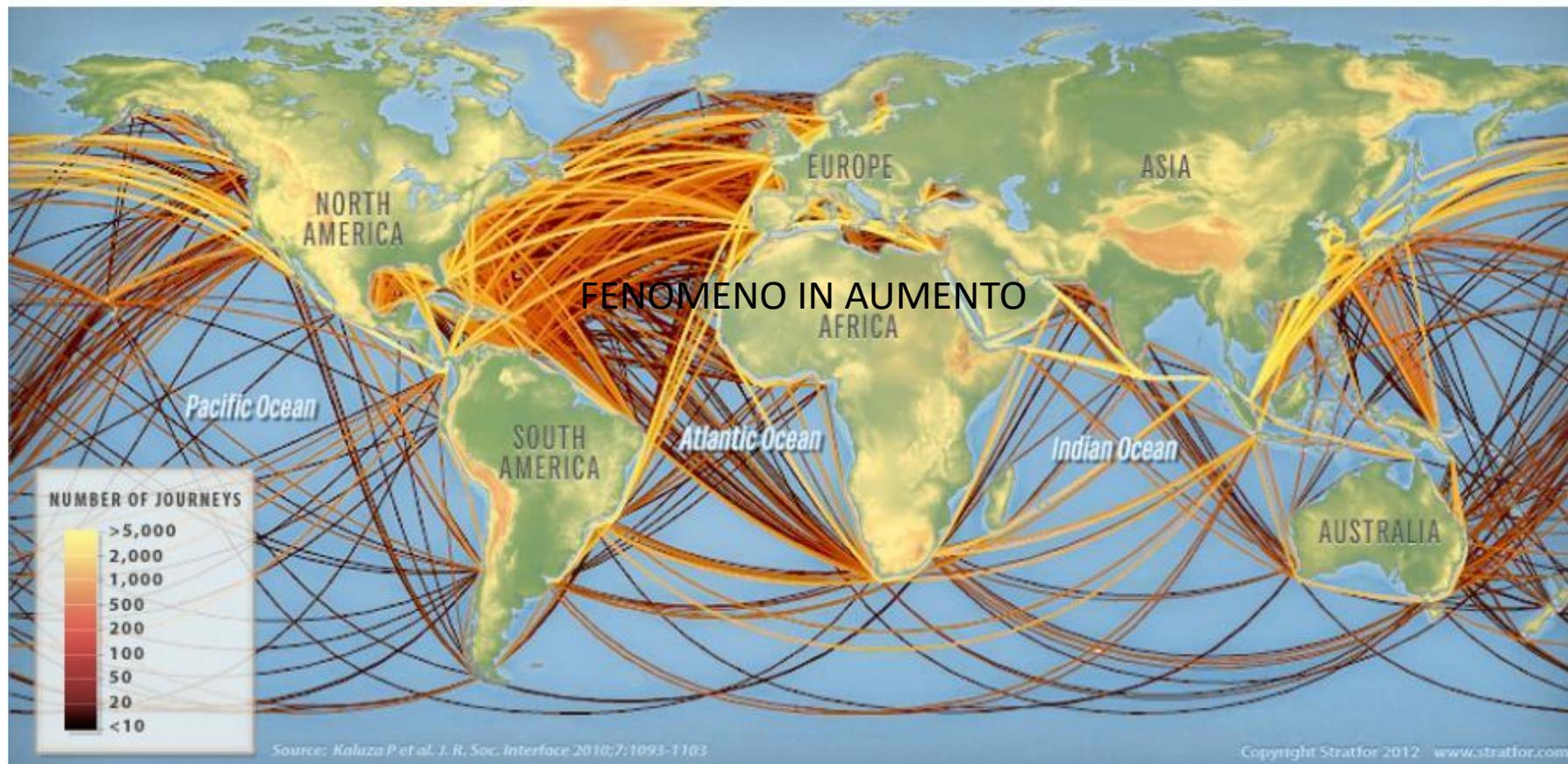
- 12.000 specie esotiche in Europa (+76% in 30 anni)
- 3.000 specie esotiche in Italia (+96% in 30 anni)

Estimated number of alien species in Europe per taxonomic group.



FENOMENO IN RAPIDO AUMENTO

GLOBAL SHIPPING ROUTES



15% delle specie esotiche sono **INVASIVE** (IAS)

*sono introdotte dall'uomo
accidentalmente o volontariamente
al di fuori dell'area
di origine*

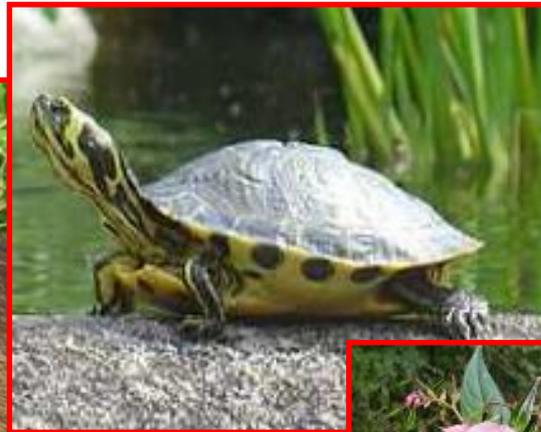
Sono
la seconda
minaccia alla
biodiversità

Rappresentano
il fattore chiave
nel 54% delle
estinzioni
di specie animali
conosciute

Responsabili
della perdita di
circa il 5% del PIL
mondiale.
Vettori di oltre 100
agenti patogeni



LIFE ASAP





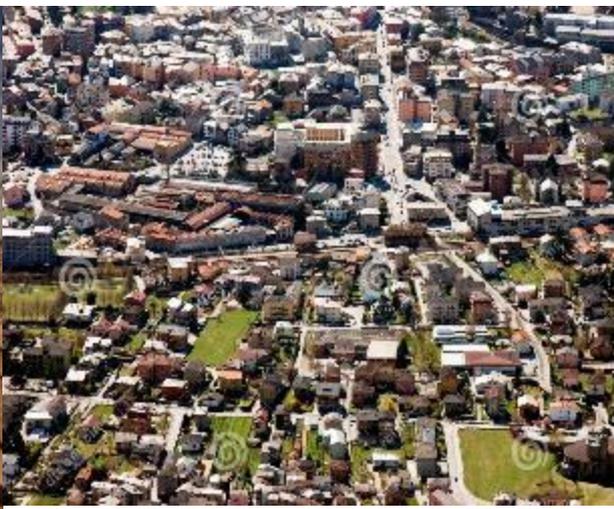


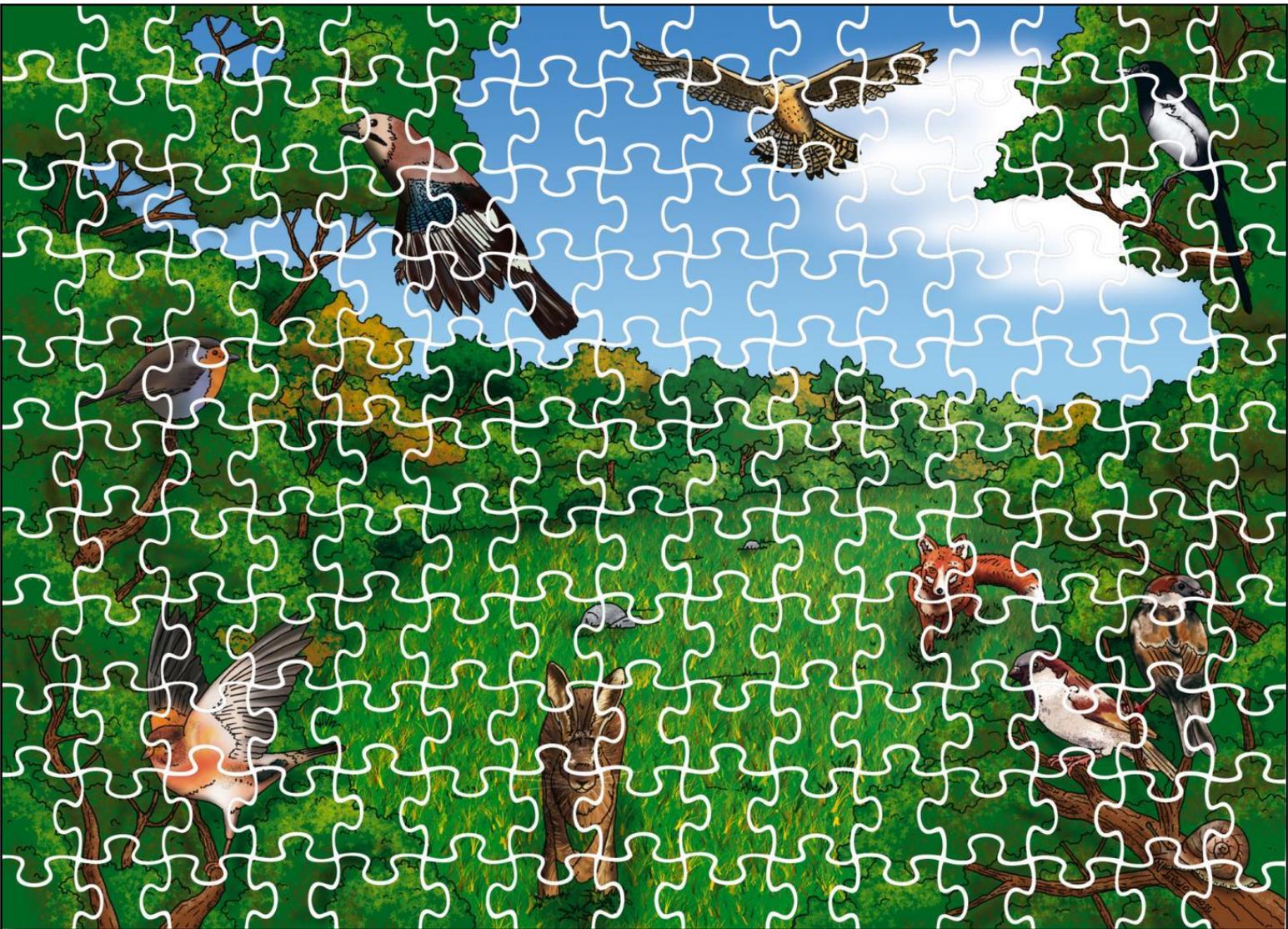
COSA RENDE LE IAS COSI'EFFICIENTI?

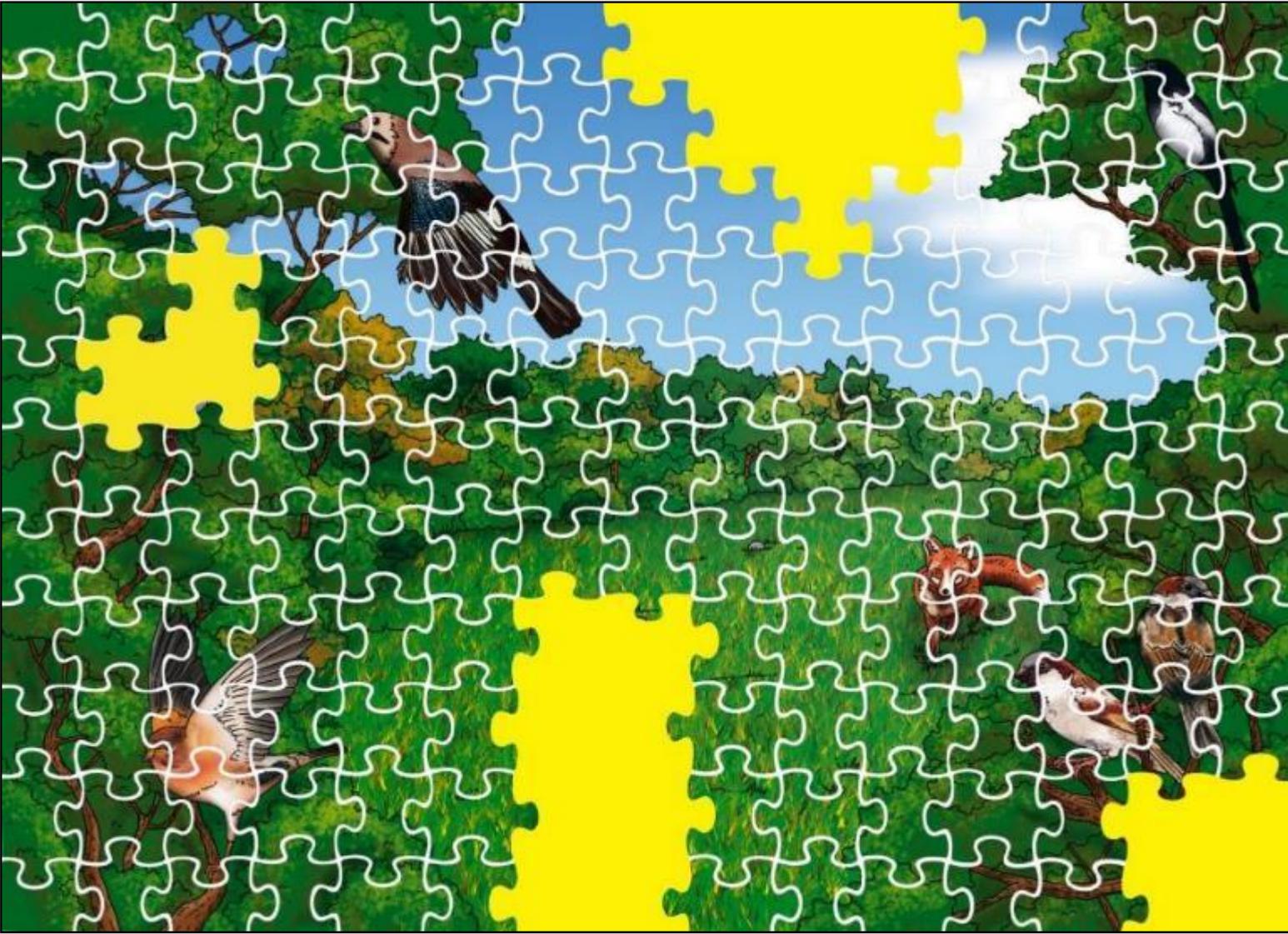
- Alta plasticità ecologica
- Elevato indice di crescita
- Elevata capacità riproduttiva
- Capacità di restare quiescenti per anni
- Produzione di sostanze allelopatiche
- Assenza di antagonisti naturali

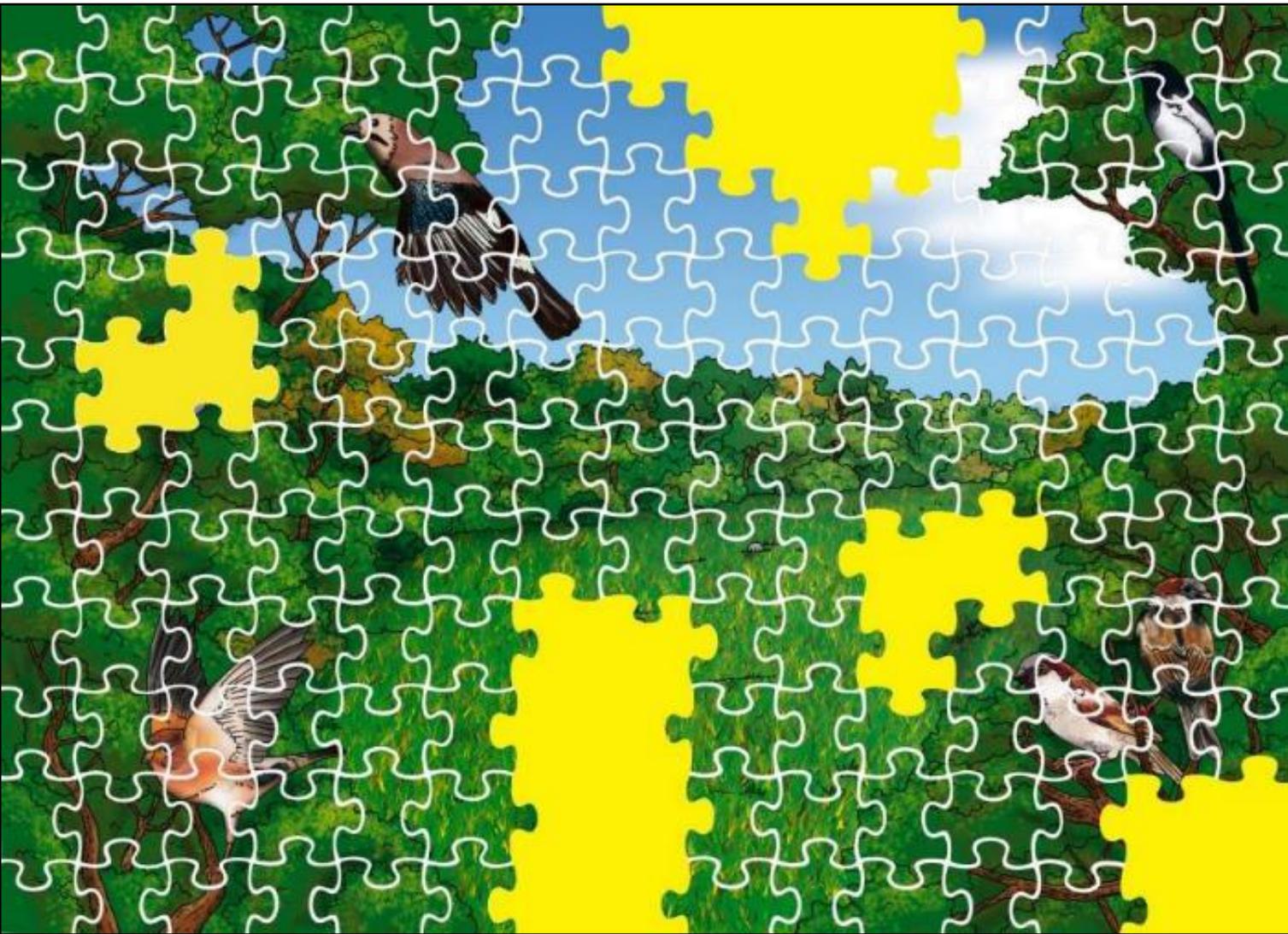


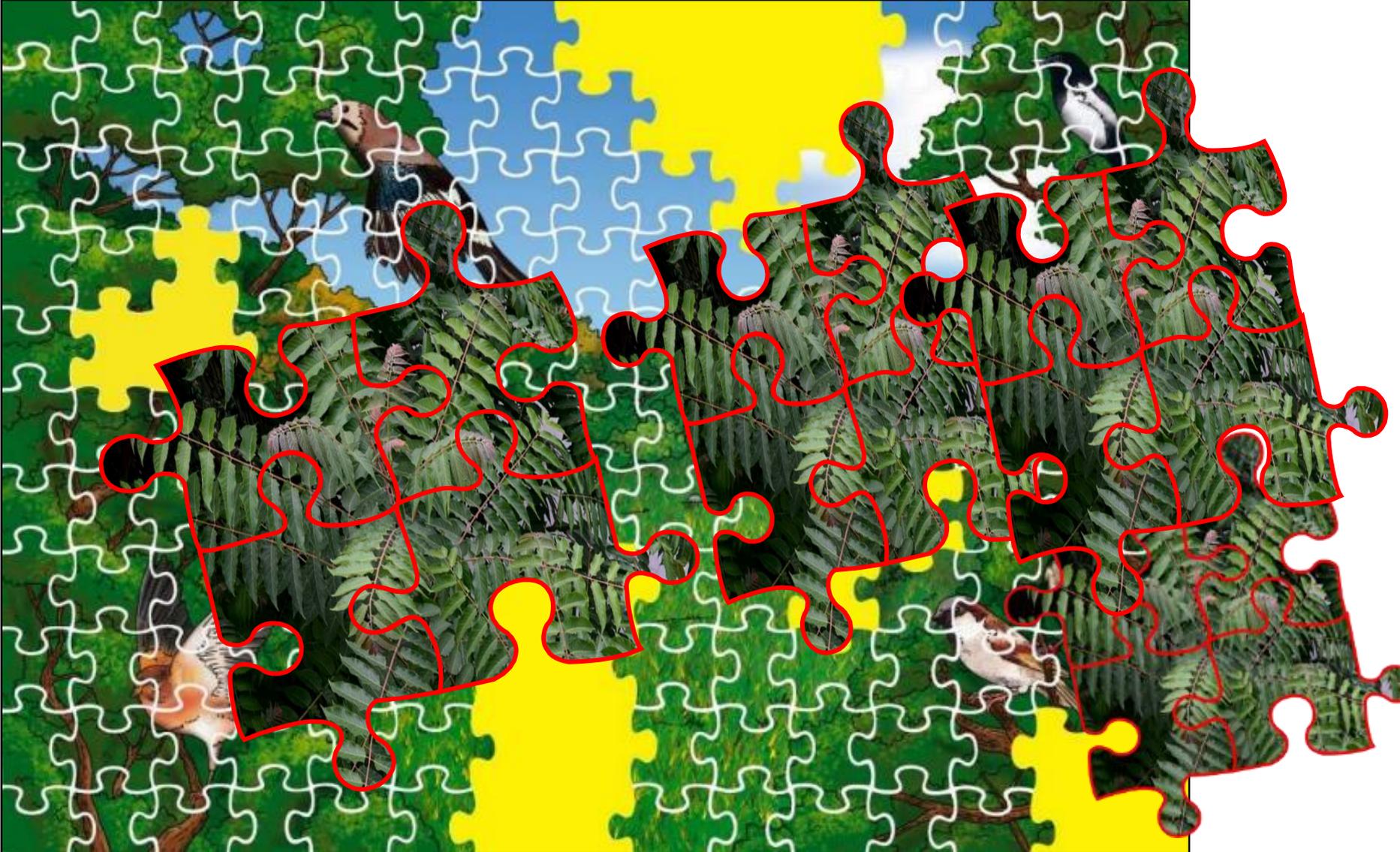
FATTORI CHE FAVORISCONO INSEDIAMENTO E ESPANSIONE











BIODIVERSITA' SERVIZI ECOSISTEMICI

APPROVIGIONAMENTO

- CIBO
- ACQUA POTABILE
- FIBRE TESSILI
- LEGNO
- ARIA

SUPPORTO AI PROCESSI VITALI

- CICLO NUTRIENTI
- FORMAZIONE DEL SUOLO
- PRODUZIONE PRIMARIA
- RINNOVO ARIA
- RINNOVO ACQUA

REGOLAZIONE

- CLIMA
- IDRICA
- MALATTIE

CULTURALI

- ESTETICI
- SPIRITUALI
- EDUCATIVI
- RICREATIVI
-

ELEMENTI DEL BENESSERE

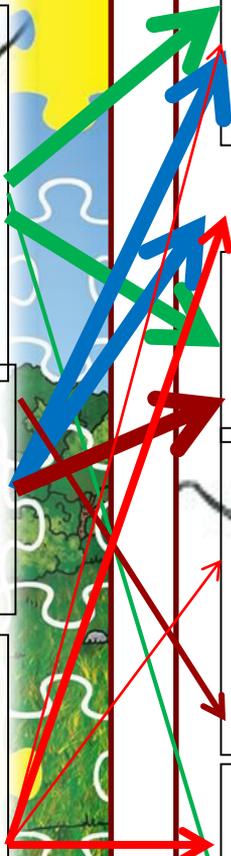
BASI PER UNA VITA SANA
ABITABILITA'
DELL'AMBIENTE

SALUTE
BENESSERE
PSICOFISICO

SICUREZZA
• PERSONALE
• ACCESSO ALLE
RISORSE
• DA CALAMITA'

RELAZIONI SOCIALI
• COESIONE SOCIALE
• RISPETTO
• SOLIDARIETA'

LIBERTA' DI
SCELTA ED
AZIONI
POSSIBILITA' DI
RAGGIUNGERE
GLI OBIETTIVI
SECONDO I
VALORI
INDIVIDUALI



SPECIE ESOTICHE INVASIVE FORNISCONO ANCHE DEI PRODOTTI MA.....



... causano danni !

- Ambientali
- Sanitari
- Socio-economici



**Rapporto costi-benefici del tutto
svantaggioso!**

DANNI AMBIENTALI



compromissione
funzionalità degli
ecosistemi e dei servizi
ecosistemici



banalizzazione del
paesaggio

DANNI SANITARI



Allergie da polline di
Ambrosia artemisiifolia



Contaminazione del
miele da alcaloidi
epatotossici di

DANNI SOCIO ECONOMICI



Danni ai manufatti da *Ailanthus altissima*



Danni alle colture agricole da *Amaranthus retroflexus*

DANNI = COSTI

**PRIMA SI INTERVIENE, PIU' EFFICACI
SONO GLI INTERVENTI E MENO SI
SPENDE**



LE NORME

✓ **Regolamento (UE) n.1143/2014**

✓ **D.Lgs 230/2017**

- Autorità competente per l'Italia è il Ministero Ambiente con supporto tecnico-scientifico di ISPRA
- Alle Regioni sono demandati molti compiti (in regione FVG le IAS sono competenza del Servizio biodiversità)
- Si applicano ad un gruppo di **66 specie di «rilevanza unionale»**
- “chi inquina paga”

FILMATO

SPECIE ALIENE INVASIVE : OGNIUNO DI NOI
PUO'FARE QUALCOSA

POSSIBILI AZIONI DI CONTROLLO: **3 LIVELLI DI PRIORITA'**

1. PREVENZIONE



Impedire ingresso di nuove specie

2. ERADICAZIONE



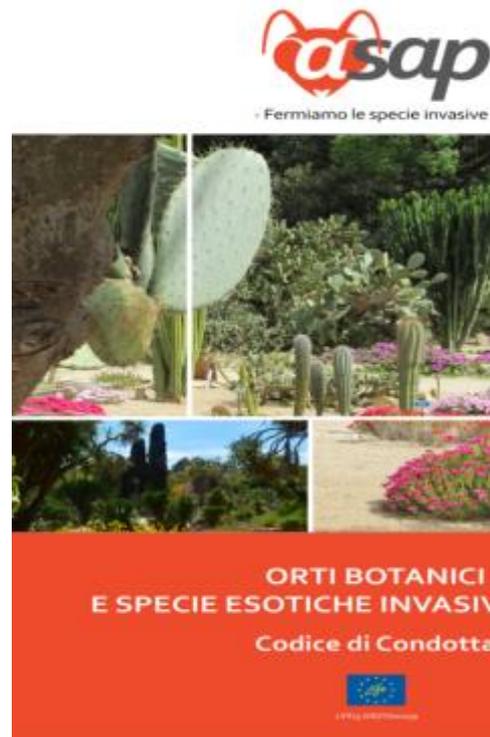
Eliminazione totale di specie da poco insediate sul territorio con vari metodi tarati sulla specie da eliminare seguita da azioni di monitoraggio

3. CONTENIMENTO



Contenimento di popolazioni ormai stabilmente ed ampiamente diffuse sul territorio seguito da azioni di monitoraggio e ripristino ambientale.

COSA SI PUO' FARE PER CONTRASTARE LE IAS? INNANZITUTTO CONOSCERLE!



Le specie esotiche invasive: andamenti, impatti e possibili risposte



FONDAMENTALE IL COINVOLGIMENTO E IL SUPPORTO DELLA POPOLAZIONE



A.A.A. cercasi Alien Rangers!

Scarica l'App, iscriviti e partecipa alla più grande iniziativa di citizen science dedicata alla natura e alla tutela della biodiversità in Italia

<https://lifeasap.eu/index.php/it/>



NEL 2021 : CAMPAGNA
INFORMATIVA
REGIONALE SULLE IAS

<https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA01/FOGLIA4/>

IN FRIULI VENEZIA GIULIA

SISTEMA DI SORVEGLIANZA: Decreto del Direttore generale n.104
dd.19/02/2019

STRATEGIA REGIONALE per il contrasto delle IAS: adottata con DGR
1257/2020

REFERENTI REGIONALI: coordinatore **Umberto Fattori**

SPECIE VEGETALI :

Anna Carpanelli
Servizio biodiversità, Udine
Tel: 0432-555657
Cell.3357312607

Marco Valecic
Servizio biodiversità, Trieste
Tel: 040-377853
Cell. 3669311287

SPECIE ANIMALI:

Giuliana Renzi
Servizio biodiversità, Trieste
Tel: 040 3775470
Cell. 3351826570

Massimo Zanetti
ETPI, Udine
Tel: 0432 551215
Cell. 3356406935

ASSETTO ORGANIZZATIVO REGIONALE
per l'attuazione del Reg. (UE) 1143/2014 e del D.Lgs. 230/2017

COORDINAMENTO Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche (DCRAFI) Servizio biodiversità	PREVENZIONE Titolo III e IV	Sistema di sorveglianza (art. 18)	DCRAFI - Servizio biodiversità
			DCRAFI - Corpo forestale regionale
			DCRAFI - Servizio caccia e risorse ittiche
			ARPA - Direzione c. ambiente e energia
			ERSA - Servizio fitosanitario e chimico
			ETPI - Ente Tutela Patrimonio ittico
	Formazione e divulgazione (art. 22, 27)	DCRAFI - Servizio biodiversità	
		DCRAFI - Corpo forestale regionale – C. didattico naturalistico	
		ETPI - Ente Tutela patrimonio ittico	
		Direzione c. salute - Area politiche sociali	
	Controlli doganali (art. 15)	ERSA - Servizio fitosanitario e chimico	
	GESTIONE Titolo V, VI e VII	Rilevamento precoce ed eradicaz. rapida (art. 19)	DCRAFI - Servizio biodiversità
			DCRAFI - Corpo forestale regionale
DCRAFI - Servizio gestione territorio montano, bonifica e irrigaz.			
DCRAFI - Servizio caccia e risorse ittiche			
ETPI - Ente Tutela patrimonio ittico			
Gestione – contenimento (art. 22)		DCRAFI - Corpo forestale regionale	
		DCRAFI - Servizio biodiversità	
		DCRAFI - Servizio gestione territorio montano, bonifica e irr.	
		DCRAFI - Servizio caccia e risorse ittiche	
		ETPI - Ente Tutela patrimonio ittico	
Direzione c. salute - Servizio sanità pubblica veterinaria (art. 27)			

CONCLUSIONI

- ❑ Le specie esotiche invasive sono una grossa minaccia per la biodiversità e per i servizi ecosistemici ad essa collegati.
- ❑ La loro espansione è favorita dall'elevata mobilità (commerci, turismo ecc.), dalla manomissione antropica degli ambienti naturali e seminaturali e dai cambiamenti climatici
- ❑ La conoscenza dei rischi legati alle IAS e la custodia del territorio da parte di tutti noi attuata per mezzo della conservazione e del corretto uso delle risorse naturali, culturali e paesaggistiche è il primo baluardo contro le specie esotiche invasive

A COMINCIARE DAL PROPRIO GIARDINO

GRAZIE DELL'ATTENZIONE



Sito della Commissione Europea:

<http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien>

Sito ministero ambiente e della tutela del territorio e del mare:

<http://www.minambiente.it/pagina/specie-esotiche-invasive>

Sito dell'organizzazione europea e mediterranea per la protezione delle piante-EPPO

https://www.eppo.int/INVASIVE_PLANTS/ias_plants.htm

Sito della Regione Piemonte:

http://www.regione.piemonte.it/ambiente/tutela_amb/esoticheInvasive.htm

Sito della Svizzera:

<https://www.infoflora.ch/it/>

Sito del progetto LIFE ASAP:

<https://lifeasap.eu/index.php/it/>

Sito della Regione Friuli Venezia Giulia

<https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA01/>

ARPA



agenzia regionale PER LA
PROTEZIONE DELL'ambiente
DEL FRIULI venezia giulia



Dalla biodiversità al biomonitoraggio

Il legame tra ambiente e salute

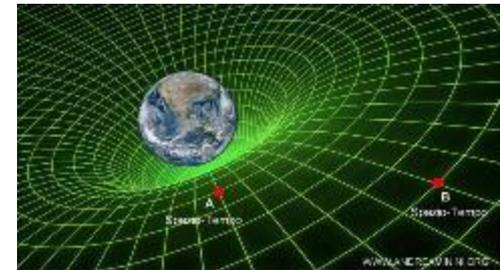
Il Biomonitoraggio Ambientale

L'inquinamento è definito come una **alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'ambiente** determinato sia da variazioni delle concentrazioni dei suoi normali costituenti, sia dalla presenza di sostanze estranee alla sua normale composizione, in grado di produrre effetti più o meno dannosi sull'uomo e/o sulla componente biotica.



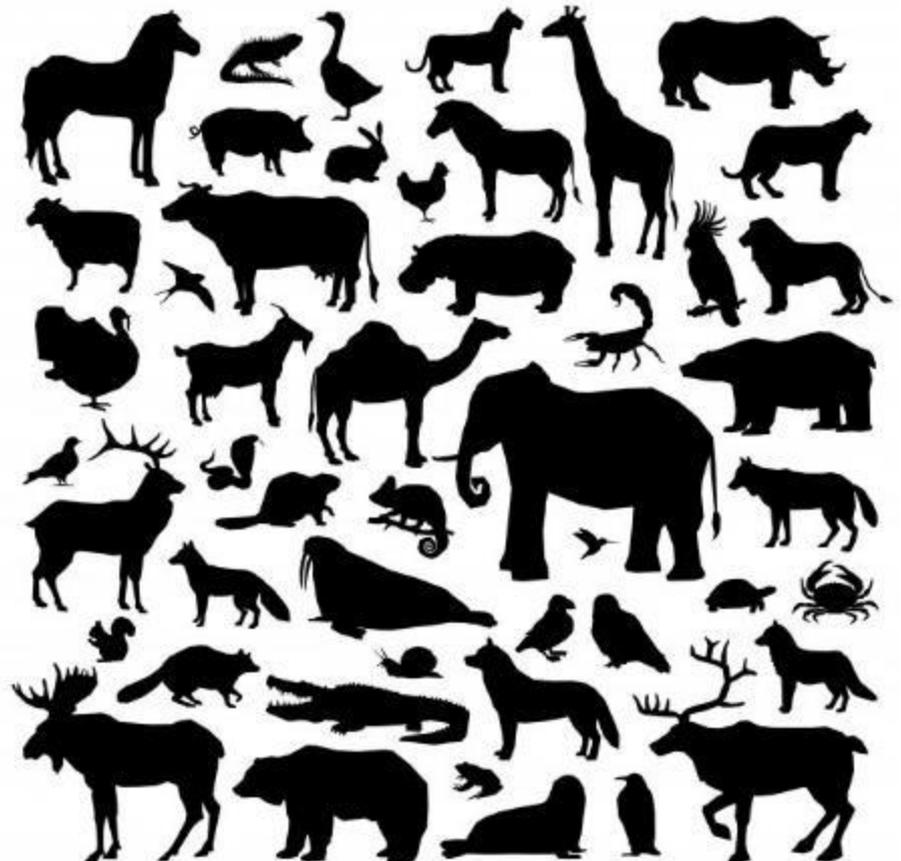
L'inquinamento, espresso in termini di concentrazioni misurate strumentalmente, è di facile definizione operativa, ma il suo monitoraggio è difficile, per i seguenti motivi:

- 1) **le concentrazioni** degli inquinanti sono molto variabili nello spazio e nel tempo,
- 2) **gli alti costi** degli strumenti ne limitano fortemente il numero,
- 3) **la strumentazione** normalmente utilizzata rileva un numero esiguo di sostanze inquinanti,



BIOMONITORAGGIO

Valutazione dello
stato di **alterazione**
dell'ambiente
tramite **organismi**
viventi



Biomonitoraggio e Inquinamento

- Il **biomonitoraggio misura** gli effetti dell'inquinamento sugli organismi viventi.
- Il **biomonitoraggio non è alternativo** rispetto a quello strumentale, ma può fornire utili informazioni al monitoraggio dell'inquinamento, individuando possibili zone a rischio e ottimizzando la localizzazione degli strumenti di misura.



Dati analitici di inquinamento e dati biologici sugli effetti dell'inquinamento

- I **dati analitici** sono costruiti fondamentalmente su **una sola variabile**: quella che si sta cercando (**inquinamento**)...
- I **dati biologici** sono costruiti su **numerose variabili** (tra cui l'**effetto dell'inquinamento**)...



Foto di vubp da Pixabay



Dati analitici di inquinamento e dati biologici sugli effetti dell'inquinamento

- Per poter estrapolare la **variabile “alterazione ambientale”** dal dato biologico, è necessario cercare di **“congelare”** le altre variabili adottando **protocolli metodologici particolarmente rigidi**



LE TECNICHE DI BIOMONITORAGGIO

Gli effetti dell'inquinamento si manifestano a due livelli, corrispondenti a due categorie di tecniche:

1) Tecniche di **bioindicazione**

2) Tecniche di **bioaccumulo**



BIOINDICATORE

**In presenza di inquinanti
subisce modificazioni del
suo stato naturale**



Foto di [Steve Buisinne](#) da [Pixabay](#)

BIOACCUMULATORE

**Accumula inquinanti
in concentrazioni misurabili**



Foto di [PublicDomainPictures](#) da [Pixabay](#)

Un bioindicatore deve soddisfare i seguenti requisiti:

- a) accertata sensibilità agli agenti inquinanti**
- b) presenza diffusa nell'area di studio**
- c) scarsa mobilità**
- d) lungo ciclo vitale**
- e) uniformità genetica**

Un bioaccumulatore deve soddisfare i seguenti requisiti:

- a) alta tolleranza agli inquinanti oggetto di studio**
- b) capacità di accumulare indefinitamente**
- c) ampia distribuzione nell'area di studio**
- d) scarsa mobilità**
- e) lungo ciclo vitale**

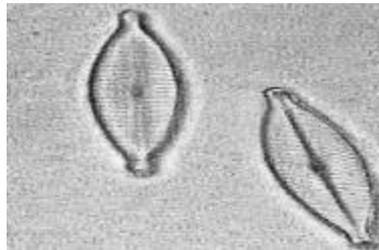
Alcuni esempi di tecniche di biomonitoraggio ambientale...

- **Numerose** sono le tecniche di biomonitoraggio, parte a carattere ancora sperimentale, parte già contemplate nella normativa nazionale ed europea.
- Le tecniche di biomonitoraggio interessano **tutti i comparti ambientali**: aria, acqua, suolo.

COMPARTO "ACQUA"

Bioindicazione delle acque dolci

flora acquatica: diatomee e macrofite



• **fauna** acquatica: macroinvertebrati e pesci



TW - BIOLOGICAL QUALITY ELEMENTS FOR THE CLASSIFICATION OF THE ECOLOGICAL STATUS

Phytoplankton



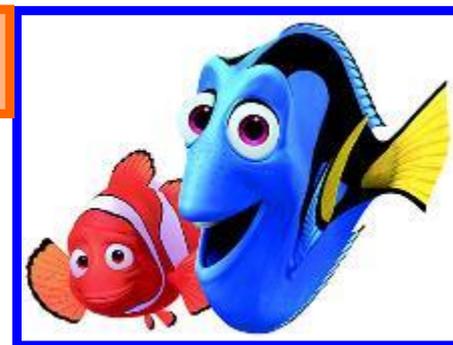
Macrophytes



Benthic macroinvertebrates



Fish fauna



Bioaccumulo di metalli in traccia

Nelle acque dolci:
Muschi



Nelle acque salate

Alghe



Mitili



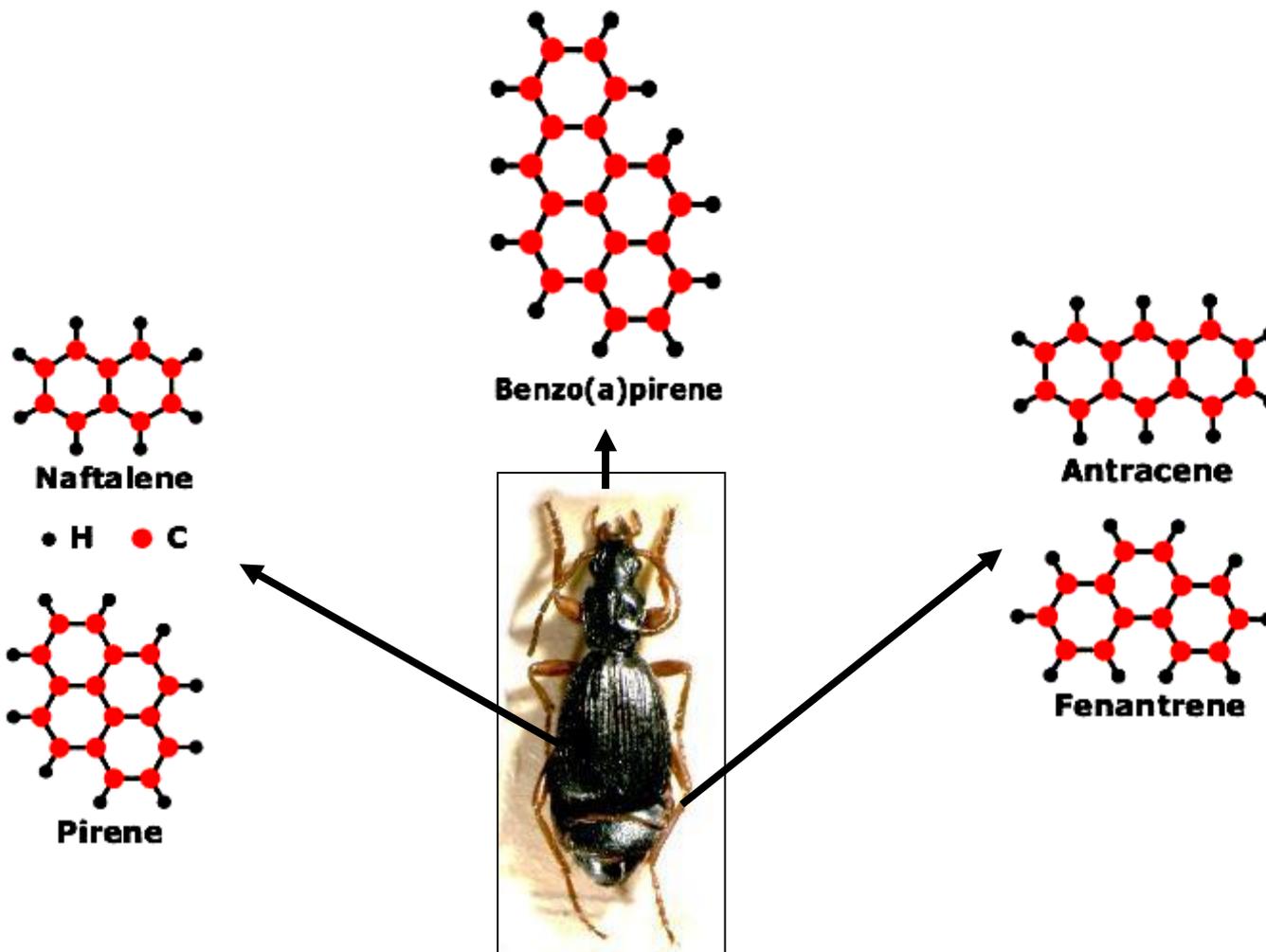
COMPARTO "SUOLO"

Bioindicazione tramite microinvertebrati

QBS: Qualità Biologica del Suolo



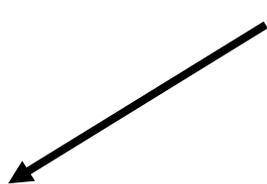
Bioaccumulo di IPA tramite Coleotteri



Aptinus bombardarda (Illiger, 1800)

COMPARTO "ARIA"

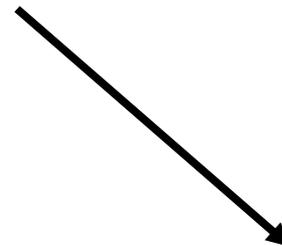
Bioindicazione tramite...



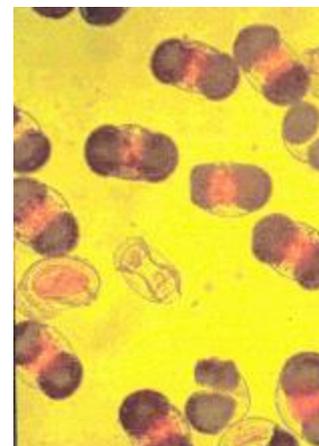
Licheni



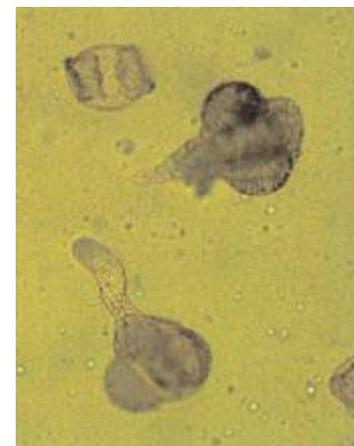
Tabacco



Pollini



Vitalità



Germinabilità

Bioaccumulo tramite...

Licheni



Funghi



Piante vascolari



Muschi



Vantaggi delle tecniche di biomonitoraggio

1. Possibilità di ottenere rapidamente, a bassi costi e con una elevata densità di punti di campionamento, una stima degli effetti biologici indotti su organismi sensibili dall'interazione di più sostanze nocive.



Foto di [Jose B. Garcia Fernandez](#) da [Pixabay](#)

Vantaggi delle tecniche di biomonitoraggio

2. **Individuazione rapida** di zone con reale o potenziale superamento dei valori soglia stabiliti dalla legge per alcuni importanti inquinanti primari.

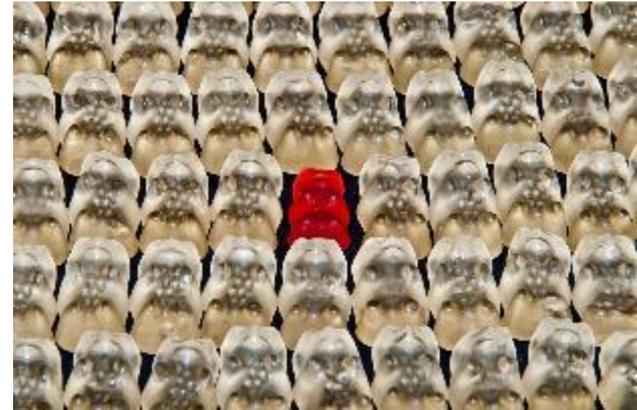


Foto di [Ronile](#) da [Pixabay](#)

3. **Valutazione dell'efficacia** di misure adottate per la riduzione delle emissioni di inquinanti su lunghi periodi.



Foto di [Tumisu](#) da [Pixabay](#)

4. **Valutazione dell'effetto sinergico** di più inquinanti.



Foto di [Marc Pascual](#) da [Pixabay](#)

5. **Localizzazione di aree** potenzialmente a rischio e conseguente ubicazione ottimale degli strumenti di rilevamento.



Foto di [Monika Schröder](#) da [Pixabay](#)

6. **Validazione di modelli** di trasporto a lunga distanza e di deposizione di inquinanti a diverse scale territoriali.



Foto di [Pexels](#) da [Pixabay](#)

Limiti delle tecniche di biomonitoraggio

1. **Difficoltà** nello **stabilire** una **relazione** diretta tra effetti biologici rilevabili e cause specifiche.



2. **Impossibilità** di elaborare **un'unica scala** d'interpretazione dei dati biologici.



Foto di [Ryan McGuire](#) da [Pixabay](#)

Limiti delle tecniche di biomonitoraggio

3. **Alcune tecniche** presentano limiti evidenti ad un estremo della scala dei valori.
4. **Incapacità di rilevare** fenomeni acuti di alterazione ambientale.
5. **Difficoltà di applicazione** dove sia infrequente il substrato di crescita adatto.



Foto di [rodrigobittencurt](#) da [Pixabay](#)

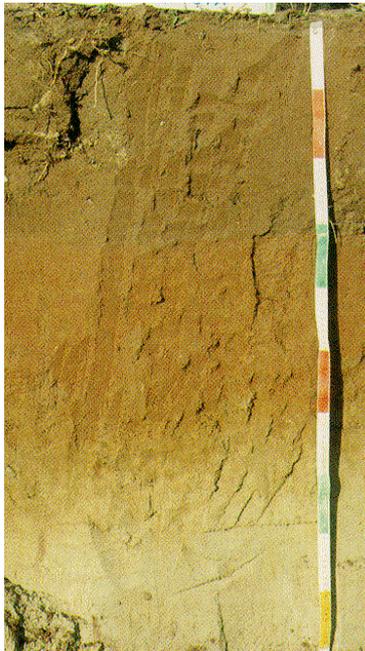
L'elaborazione dei dati: generalità

- L'interpretazione dei dati biologici costituisce un **aspetto fondamentale** per gli studi di biomonitoraggio.
- L'elaborazione dei dati e loro interpretazione seguono **diversi livelli di approfondimento** e quindi, di difficoltà.
- Le **principali elaborazioni** sono le seguenti:
 - Scale di interpretazione
 - Statistica descrittiva
 - Elaborazione di indici
 - Analisi multivariata
 - Elaborazioni cartografiche

COMPARTO “SUOLO”

IL SUOLO

- il suolo è una **formazione naturale, superficiale, di spessore variabile**, che deriva dalla **decomposizione di rocce preesistenti e di materiale organico**.



SUOLO

- è differenziato in **orizzonti pedogenetici** (strati geologicamente diversificati) di varia **composizione e spessore**

Sono indicati con lettere maiuscole:

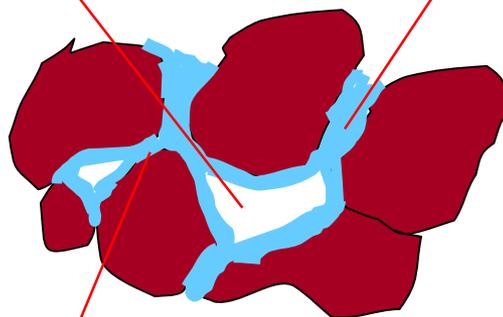
- **Lo strato più superficiale** indicato con la **lettera 0**, è caratterizzato dalla **sostanza organica indecomposta**.
- L'orizzonte immediatamente sottostante (definito **orizzonte unico indicato con A0**) è caratterizzato da **sostanza organica in via di decomposizione**.
- **L'orizzonte A** è costituito sia da **sostanza organica decomposta**, che da sostanze minerali derivanti dalla **alterazione della roccia** a causa dei processi di eluviazione.
- **L'orizzonte B** é rappresentato da uno **strato fortemente alterato**.
- **L'orizzonte C** é costituito esclusivamente da **roccia alterata**.
- **L'orizzonte R** rappresenta la **roccia sottostante inalterata (roccia madre)**.

Ciascun orizzonte può essere suddiviso in **sub-orizzonti**, indicati con lettere minuscole

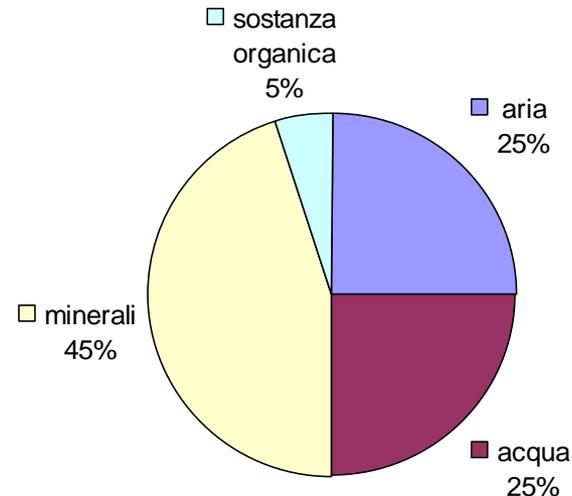
Composizione del suolo

Fase
gassosa

Fase
liquida



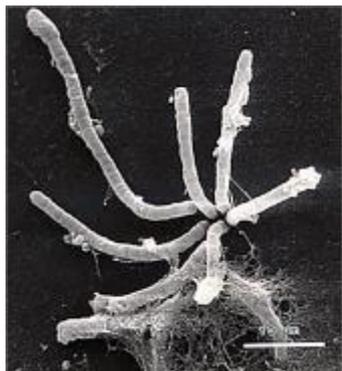
Fase solida:
- minerale
- organica
- biologica



- **Tessitura:** rapporto tra quantità di argilla, limo e sabbia che costituiscono il suolo
- **Porosità:** frazione del volume totale non occupata da solidi
- **Permeabilità:** capacità di “filtro” del suolo
- **Umidità:** quantità di acqua presente
- **pH:** livello di acidità o basicità del suolo

Caratteristiche biologiche del suolo

Il suolo è uno tra gli habitat della terra con maggiore biodiversità e densità numerica (Giller *et al.*, 1997)



Oltre 1000 specie di invertebrati possono essere presenti in **1 m²** di foresta europea di faggio (Schaefer and Schauermann, 1990).



1 g di suolo può contenere **milioni di individui** e **diverse centinaia di specie di batteri** (Torsvik *et al.* 1994)



Relazioni tra sostanza organica e biomassa del suolo

- Circa l'1-8% della sostanza organica del suolo è costituita da biomassa; maggiore è il contenuto di s.o., maggiore è il grado di attività biologica.
- I principali responsabili dell'attività biologica del suolo sono i microrganismi e i lombrichi/termiti.
- Per un suolo di 1 m di spessore e con il 2% di s.o. si possono fare le seguenti stime:

– sostanza organica	200.000 kg/ha
– detriti organici	20.000 kg/ha
– biomassa microbica	2.000 kg/ha
– fauna edafica	200 kg/ha

Attività biotica nel suolo

- **Componente vegetale:**
 - regolazione delle condizioni microclimatiche
 - alterazione delle rocce
 - formazione sostanza organica (s.o.)
 - degradazione s.o.
- **Componente animale:**
 - decomposizione s.o.
 - degradazione s.o.
 - distribuzione s.o.
 - struttura e caratteristiche fisiche del suolo

A cosa «serve» il suolo?

Domanda a risposta aperta

A cosa serve il suolo?

- substrato per la **crescita delle piante**
- ambiente in grado di ospitare **un elevatissimo numero di specie di organismi**
- ambiente in cui avviene la **degradazione di materiali organici** ed il conseguente **rilascio di nutrienti**
- mezzo che **regola il ciclo e la qualità dell'acqua**
- **supporto fisico** per gran parte delle **costruzioni dell'uomo**

- **ARIA :** ricaduta inquinanti atmosferici

- **ACQUA :** pioggia
fiumi
mare

- **DIRETTO :** industria
rifiuti
agricoltura

Conseguenze dell'inquinamento

DIRETTE :

- Effetti dannosi sulla funzione biologica
- Infertilità

INDIRETTE :

- Trasporto degli inquinanti per via idrica
- Compromissione dei bersagli raggiunti

- **La valutazione dell'inquinamento di un suolo è di facile definizione operativa ma il suo monitoraggio è piuttosto difficile.**



Mentre l'aria e l'acqua sono mezzi diffusivi omogenei che consentono la diluizione degli inquinanti in tempi relativamente brevi, il suolo tende a trattenere gli inquinanti impedendo loro di diffondersi.



Foto di [David Mark](#) da [Pixabay](#)

- **Gli spostamenti degli inquinanti** nel suolo sono soprattutto **verticali** in virtù della forza di gravità e delle precipitazioni atmosferiche.
- **Gli spostamenti orizzontali** o gli eventuali affioramenti di inquinanti sono più **lenti** e accadono più **raramente**.
- **La velocità di diffusione** degli inquinanti dipende oltretutto dalle **caratteristiche chimico-fisiche del suolo**.



Foto di [OpenClipart-Vectors](#) da [Pixabay](#)



Foto di [a_roesler](#) da [Pixabay](#)



Foto di [Free-Photos](#) da [Pixabay](#)

- L'inquinamento del suolo è generalmente definito a **"macchia di leopardo"**



- un esaustivo **monitoraggio** risulterebbe **estremamente costoso** per i **numerosi punti di rilevamento** richiesti.



Foto di [TheDigitalWay](#) da [Pixabay](#)

- Il **biomonitoraggio ambientale**, grazie ai suoi bassi costi rispetto a quelli analitici, rappresenta un **valido complemento** al **monitoraggio chimico dell'ambiente**.
- E' in questa ottica che si stanno affermando **tecniche di biomonitoraggio del suolo tramite bioindicatori e bioaccumulatori**.

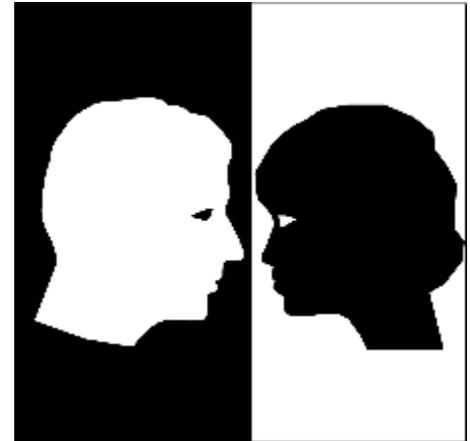


Foto di [OpenClipart-Vectors](#) da [Pixabay](#)

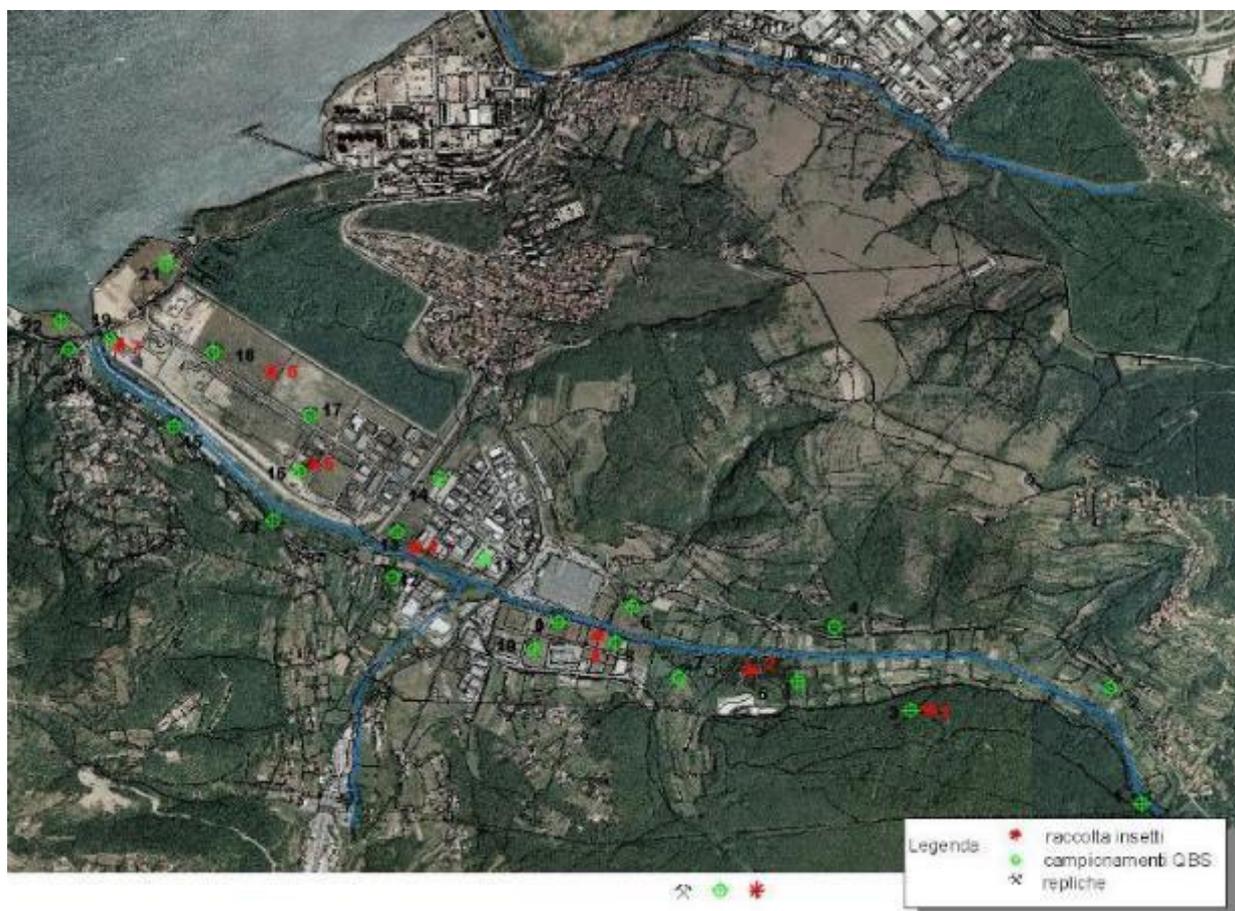
Tecnica di **bioaccumulo**:

- **artropodi come bioaccumulatori di IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)**

- **Tecnica di bioindicazione:**

metodo QBS (Qualità Biologica del Suolo)

BIOMONITORAGGIO DI SUOLI INQUINATI DELLA VALLE DELLE NOGHERE (TRIESTE) TRAMITE ARTROPODI COME BIOACCUMULATORI DI IPA



ARTROPODI TERRESTRI COME BIOACCUMULATORI DI IPA

Scelta degli organismi: i coleotteri

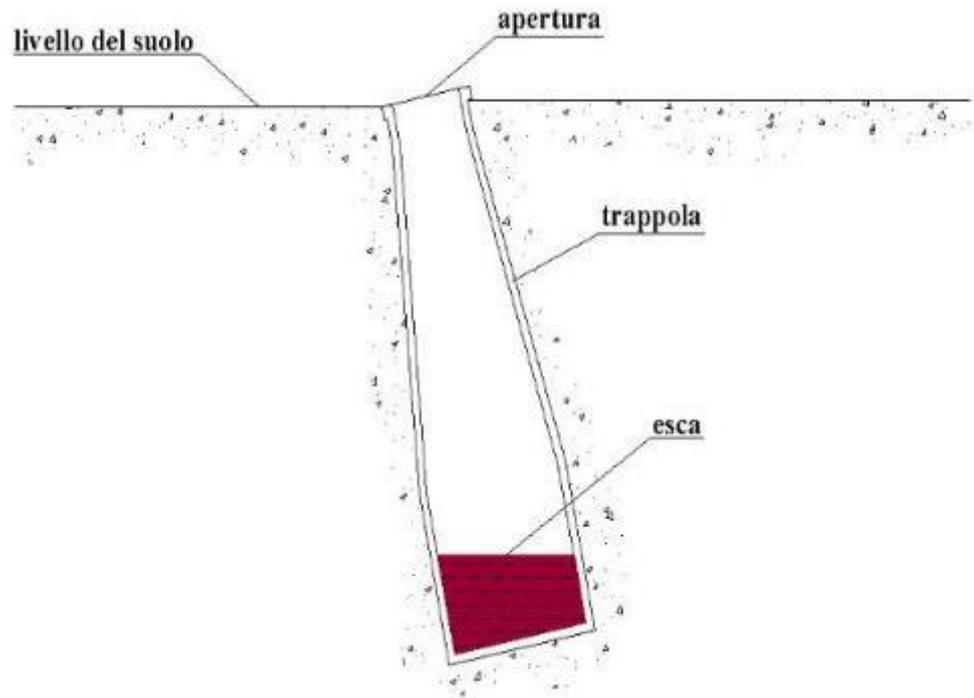
- I Coleotteri, specialmente **carabidi e stafilinidi**, sono ecologicamente esigenti, in quanto legati a **particolari condizioni microclimatiche o ecologiche che ne limitano fortemente gli spostamenti**
- Questi taxa comprendono un gran numero di **specie attere** e sono **ricchi di corpi grassi in grado di accumulare gli IPA.**
- **Sono organismi predatori** e si nutrono di insetti del suolo e sottosuolo



Questi fattori li rendono potenzialmente adatti agli studi di **biomonitoraggio come bioaccumulatori**

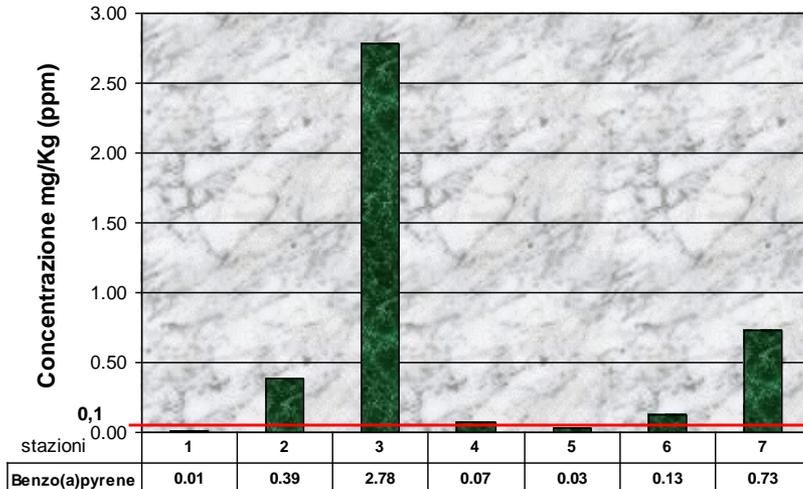


Prelievo e conservazione del campione

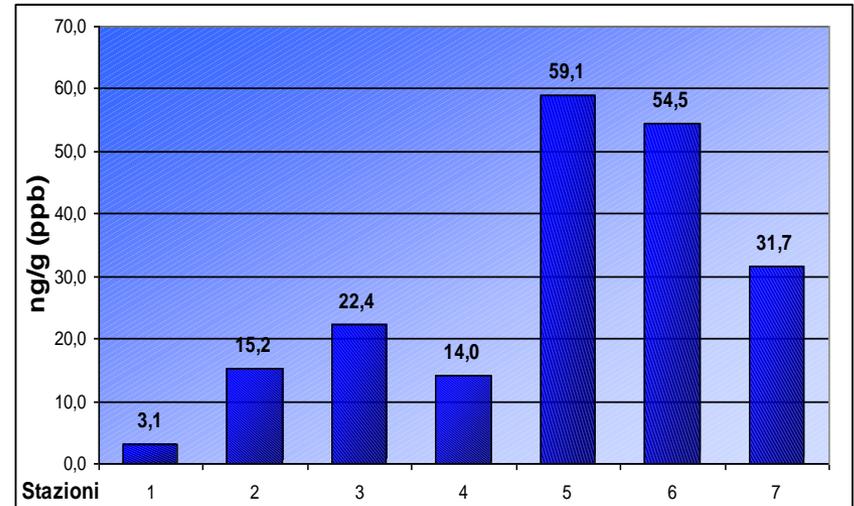


- I carabidi vengono catturati tramite una trappola a caduta contenente semplice aceto come esca
- Una volta catturati vengono conservati in freezer in contenitori scuri e sigillati fino ad estrazione ed analisi degli IPA

Risultati analisi IPA in campioni di suolo e biologici



Concentrazioni del benzo(a)pirene nel suolo delle stazioni di campionamento.



Concentrazioni medie di benzo(a)pirene negli insetti catturati nelle 7 stazioni di campionamento

□ Le **differenze** tra i risultati delle due metodologie di analisi sono dovute al tipo di **inquinamento a carattere disomogeneo**



Foto di [A Different Perspective](#) da [Pixabay](#)

□ Le **analisi chimiche** dei suoli tramite **carotaggi** forniscono un quadro esauriente solo con un **elevato numero di punti di misura**



Foto di [Wikimedialimages](#) da [Pixabay](#)

- **I coleotteri**, grazie alla loro **vagilità**, si muovono su un'area definita fornendo informazioni sulla **diffusione media** di IPA, consentendo di **focalizzare le analisi chimiche** in punti a rischio

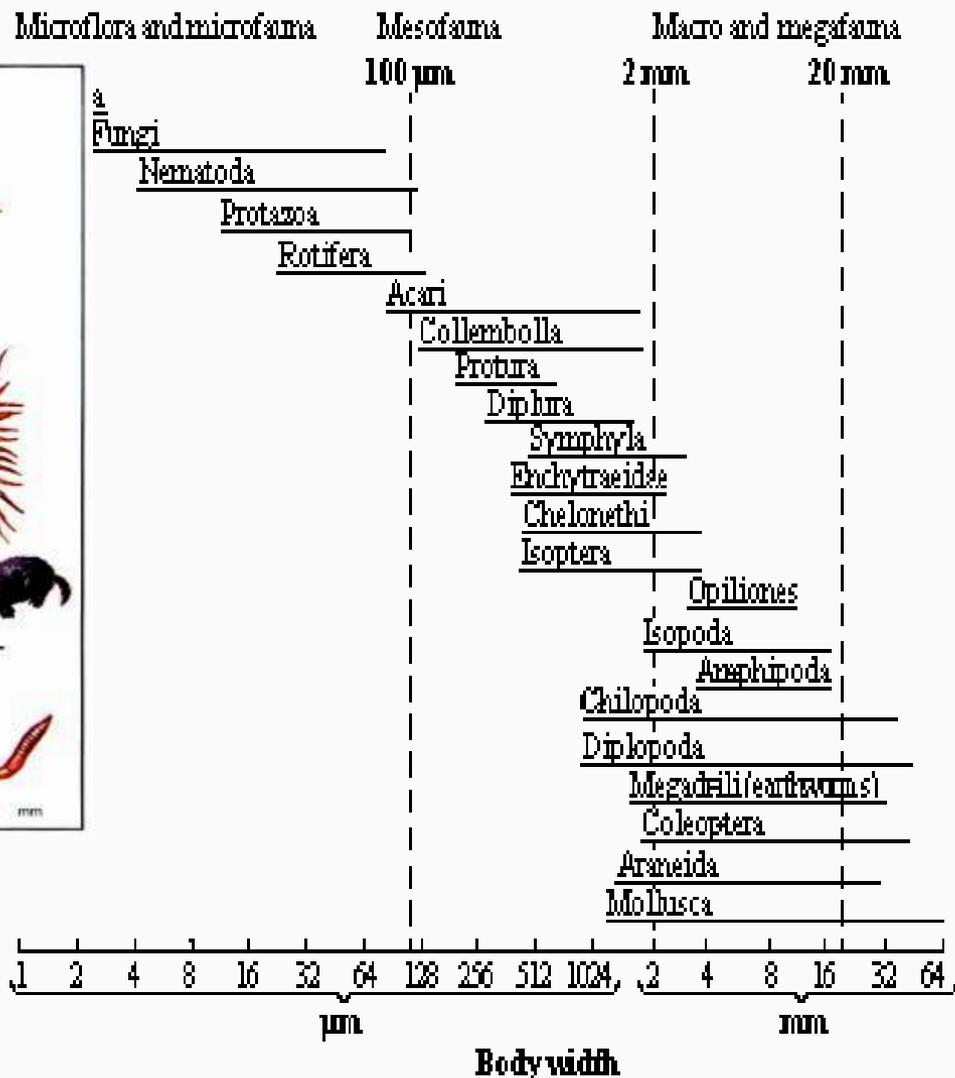
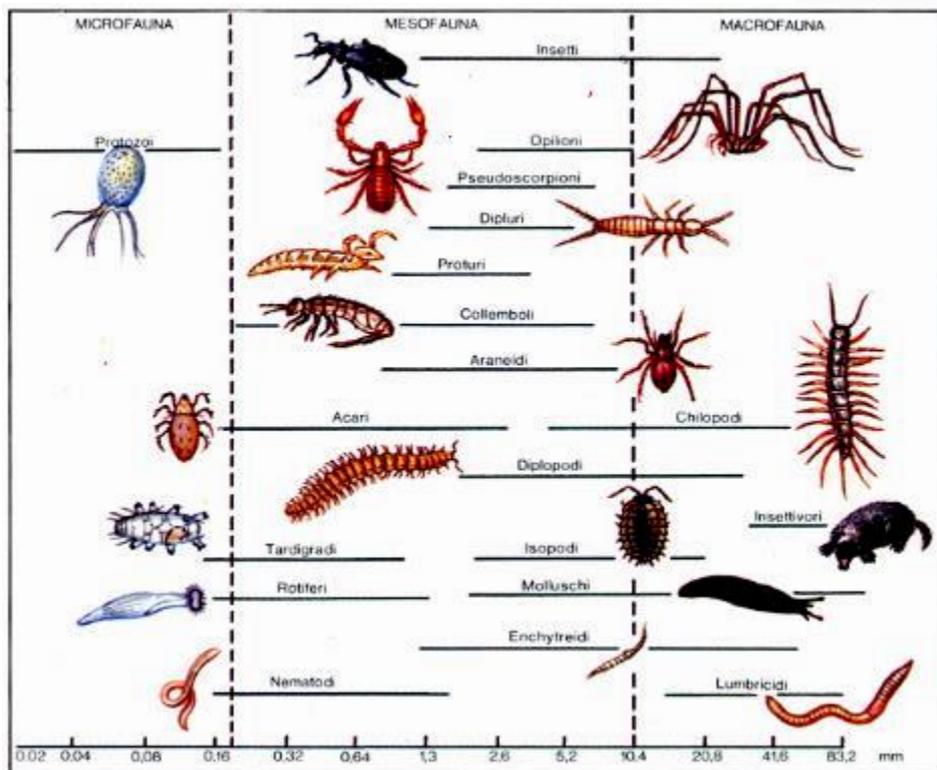


Foto di [Krzysztof Niewolny](#) da [Pixabay](#)

Bioindicazione: metodica QBS (Qualità Biologica del Suolo)

- **Nato nel 1998** (Prof. V. Parisi, Università di Parma) come metodo che permettesse di **caratterizzare** rapidamente **la maturità di suoli in ambiente forestale**
- **Descrive sia le caratteristiche del popolamento di microartropodi edafici, sia del suo livello di biodiversità**

Edaphon: complesso di organismi che popolano il suolo.



- Focalizza l'attenzione sui **caratteri morfologici** delle diverse specie (corrispondenza tra caratteristiche di un ambiente e i caratteri fenotipici presenti nel suo popolamento biologico)
- **Ad ogni Forma Biologica** (FB: gruppi di organismi con stessi caratteri morfologici), si attribuisce **un valore numerico in modo da calcolare l'indice QBS** che caratterizza il campione
- Mediante tale indice è possibile costruire **un sistema di classificazione del suolo** basato sulla **biodiversità** a livello dei **microartropodi**

Fasi di analisi

Alcune condizioni di rilevabilità

- **I microinvertebrati ipogei hanno una distribuzione verticale dipendente dall'umidità del suolo.**
- **E' necessario che le condizioni di umidità dell'orizzonte superficiale siano ottimali per la vita.**
- **Il suolo non deve essere saturo d'acqua, non si devono manifestare pozze melmose in nessun punto dell'ecosistema.**
- **Il suolo deve essere umido, liberare umidità se schiacciato tra le dita e non cambiare colore se vi si aggiunge acqua.**
- **Non è comunque opportuno campionare dopo un periodo siccitoso, né subito dopo abbondanti piogge.**

E' da evitare il campionamento nei casi di:

- presenza di un **formicaio**
- **compattamento** del terreno
- vicinanza di **affioramenti** litoidi
- **concavità** del terreno
- presenza di evidenti **differenze di umidità** dovute a ruscelli o falda affiorante
- presenza di **radici arboree**
- presenza di elementi che favoriscono una particolare **zona d'ombra o di penombra**
- tracce di **recenti inondazioni**
- presenza di evidenti **difformità** nella composizione della **tessitura** e nella **capacità drenante** dei suoli
- presenza di locali ed accentuate **variazioni di pendenza**

Prelievo del campione

- Il punto scelto per il **prelievo** deve essere **rappresentativo della comunità** di microartropodi edafici
- La distribuzione spaziale dei microartropodi nel suolo è tale che **1000 cm³ sono rappresentativi della biodiversità dell'ecosistema**

- si **asporta** la copertura erbacea di un'area di **10x10cm**



- si **preleva** il suolo fino ad una **profondità di 10 cm**



- Per verificare se il terreno è omogeneo si **eseguono 3 repliche** ad almeno 5 m di distanza. Un **confronto statistico** dei loro risultati indica se il **terreno è omogeneo**, altrimenti è necessario ripetere l'analisi

- si **preleva** un campione di suolo per verificarne in laboratorio la **densità** e il **grado di umidità**



- si rileva la **temperatura** del suolo



- **L'umidità** del suolo è un **fattore determinante** per lo sviluppo della microfauna
- L'umidità deve rientrare nel range tra il **deficit ed il surplus idrico** relativo alla vita dell'*edaphon* (**tra 14 e 35 %**)



- tramite un **essiccatore** si induce **la disidratazione** del **suolo** e si valuta la differenza percentuale di peso

- Si pone il campione in un **setaccio a maglia 2 mm**, avendo cura di mantenere il terreno aderente alle pareti del setaccio.



- la disposizione sul setaccio deve avvenire **"disturbando" il suolo il meno possibile.**

- Per l'estrazione dei microartropodi dal terreno si usa uno strumento chiamato **selettore di Berlese-Tullgreen**
- Il selettore va posto in un **locale non disturbato e privo di sorgenti di vibrazioni**



Foto di [Gerd Altmann](#) da [Pixabay](#)



Foto di [Angelo Giordano](#) da [Pixabay](#)



- Il setaccio viene posto su un **imbuto di materiale liscio**, evitando di provocare la caduta di terreno

- Sotto l'imbuto si posiziona un **contenitore di raccolta contenente alcool al 70%**



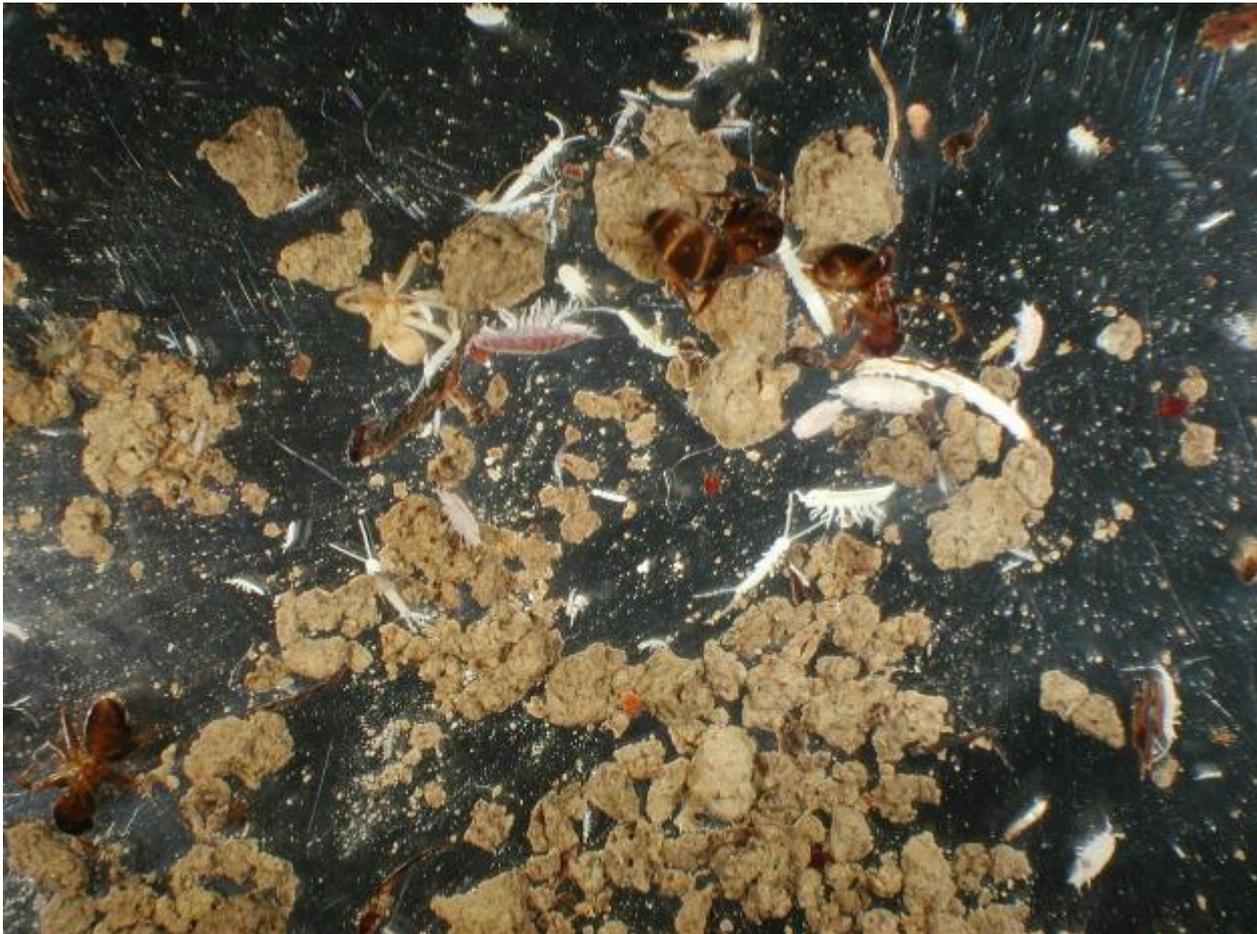
- Viene posizionata una **lampadina** a 60 W sopra il setaccio a una **distanza di 25 cm** dal campione
- Il **calore** della lampada **inaridisce** lentamente il terreno
- **I microartropodi si spostano** progressivamente verso la **base del setaccio** fino a **cadere** nel contenitore con il liquido conservante



**Dopo 7-9 giorni di illuminazione ininterrotta,
termina la fase estrattiva**

- **Determinazione:**

- Tramite uno **stereomicroscopio** si riconoscono le **F.B. (Forme Biologiche)**.



- **Anoftalmia**
 - **Depigmentazione**
 - **Perdita di tegumenti ispessiti**
 - **Riduzione delle appendici**
 - **Riduzione delle fanere**
-
- **Sviluppo di igrorecettori**
 - **Sviluppo di chemiorecettori**
 - **Allungamento e appiattimento**
 - **del corpo**
 - **Miniaturizzazione**



Collemboli



Tabella 1: EMI delle Forme Biologiche presenti nel suolo (da Parisi,2001)

se dimensioni < 5 mm e pigmentazione scarsa: EMI=5, altrimenti EMI=1

se dimensioni < 5 mm o zampe poco sviluppate (in particolare i Geofilomorfi): EMI=20; altrimenti EMI=10

se dimensioni < 5 mm: EMI=20; altrimenti EMI=10

si veda tabella 2

si veda tabella 3

se formicidi EMI=5; altrimenti EMI=1

Forme Biologiche		Punteggio EMI
Aracnidi	Palpigradi	20
	Araneidi	1-5 ▶
	Pseudoscorpioni	20
	Opilioni	10
	Acari	20
Crostacei	Isopodi	10
Miriapodi	Chilopodi	10-20 ▶
	Diplopodi	10-20 ▶
	Paupropodi	20
	Sinfili	20
Insetti	Collemboli	1-20 ▶
	Proturi	20
	Dipluri	20
	Tisanuri	10
	Blattoidei	5
	Ortotteri	1
	Dermateteri	1
	Embiotteri	10
	Psocotteri	1
	Emitteri	1
	Tisanotteri	1
	Coleotteri	1-20 ▶
Imenotteri	1-5 ▶	
altri olometaboli	1	
Larve di olometaboli	di Dittero	10
	di Coleottero	10
	di altro olometabolo	10
	di Lepidottero	10

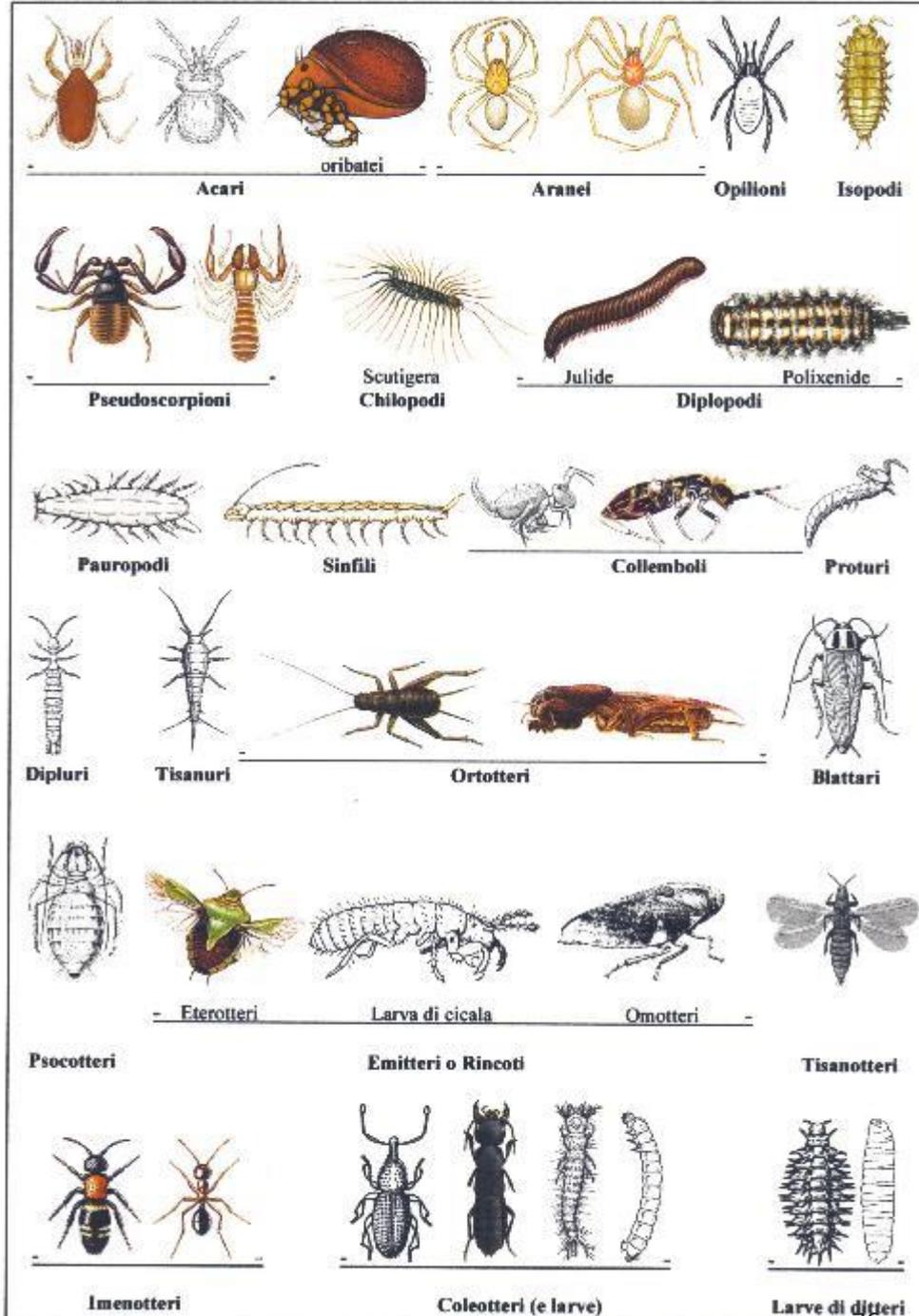


Tabella 2: EMI approssimato di Collemboli

EMI= 1 : forme francamente epigee, appendici allungate, ben sviluppate, apparato visivo (macchia oculare e occhi) ben sviluppato, dimensioni medie o grandi, presenza di livrea complessa
EMI= 2 : forme epigee non legate alla vegetazione arborea, arbustiva o erbacea con buon sviluppo delle appendici, con forte sviluppo (eventualmente) di setole o cuprium fortemente protettiva di squame, apparato visivo ben sviluppato
EMI= 4 : forme di piccola dimensione (ma non necessariamente) con medio sviluppo delle appendici, apparato visivo sviluppato, livrea modesta, forme generalmente limitate alla lettina
EMI= 6 : forme endofalliche con apparato visivo in genere sviluppato, appendici non allungate, livrea colorata
EMI= 8 : forme endofalliche con riduzione del numero di occhi, appendici poco sviluppate, talvolta con furca ridotta o assente, presenza di pigmentazione
EMI= 10 : forme endofalliche con pigmentazione assente, riduzione o assenza di occhi, furca presente ma ridotta
EMI= 20 : forme francamente eudalliche: depigmentate, prive di furca, appendici tozze, presenza di strutture tipiche come pseudococchi, PAO sviluppato (carattere non necessariamente presente), strutture sensoriali appaorchiche

Tabella 3: EMI di Coleotteri

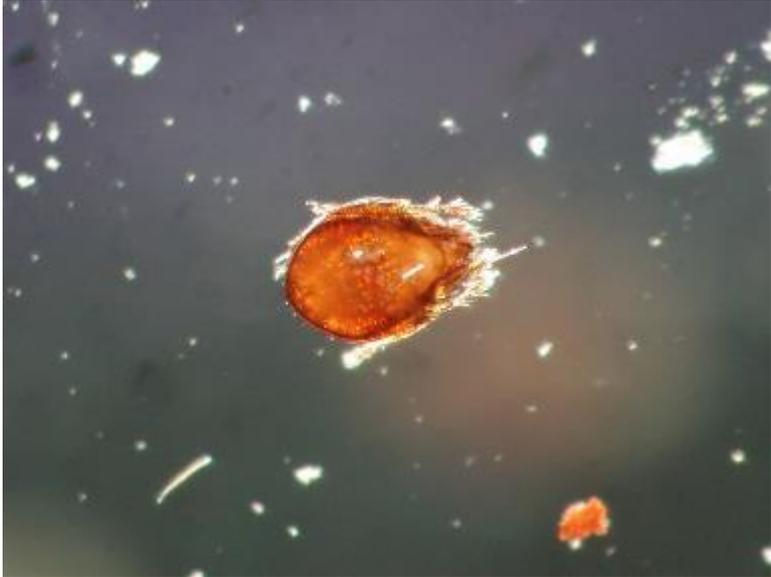
EMI= 1 : forme chiaramente epigee, per le altre forme si assegnano 5 punti per la presenza di ciascuno dei seguenti caratteri (max=20): (I) dimensioni inferiori a 2 mm; (II) tegumenti sottili, con colorazione spesso terrosa; (III) microatterismo o attorismo; (IV) microoftalmia o anoftalmia
--





Pseudoscorpioni





Crostacei - Isopodi





Chilopodi





Paupodi











Proturi



EMITTERI

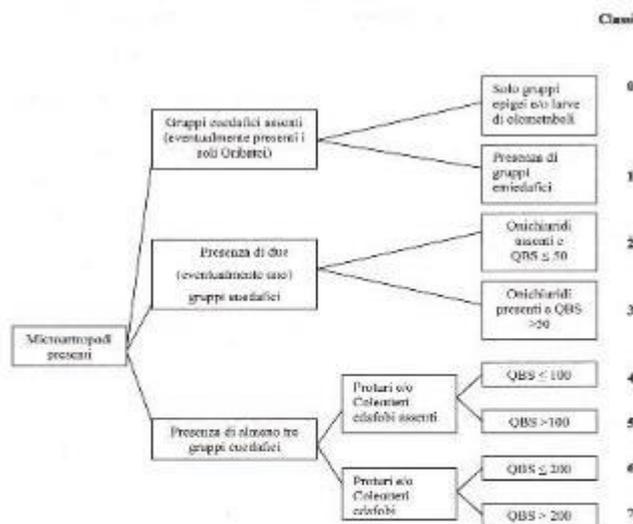


- **Calcolo QBS:**

Il valore di QBS è dato dalla somma dei valori EMI, tenendo conto che per ogni F.B. si considera il punteggio più alto ottenuto nelle tre repliche.

Scala di interpretazione:

sulla base di un ampio spettro di situazioni (ecosistemi forestali, pascoli, terreni agricoli ecc.), è stata proposta una classificazione di qualità dei suoli dell'Italia sett., a seconda della complessità del popolamento in termini di adattamento alla vita edafica

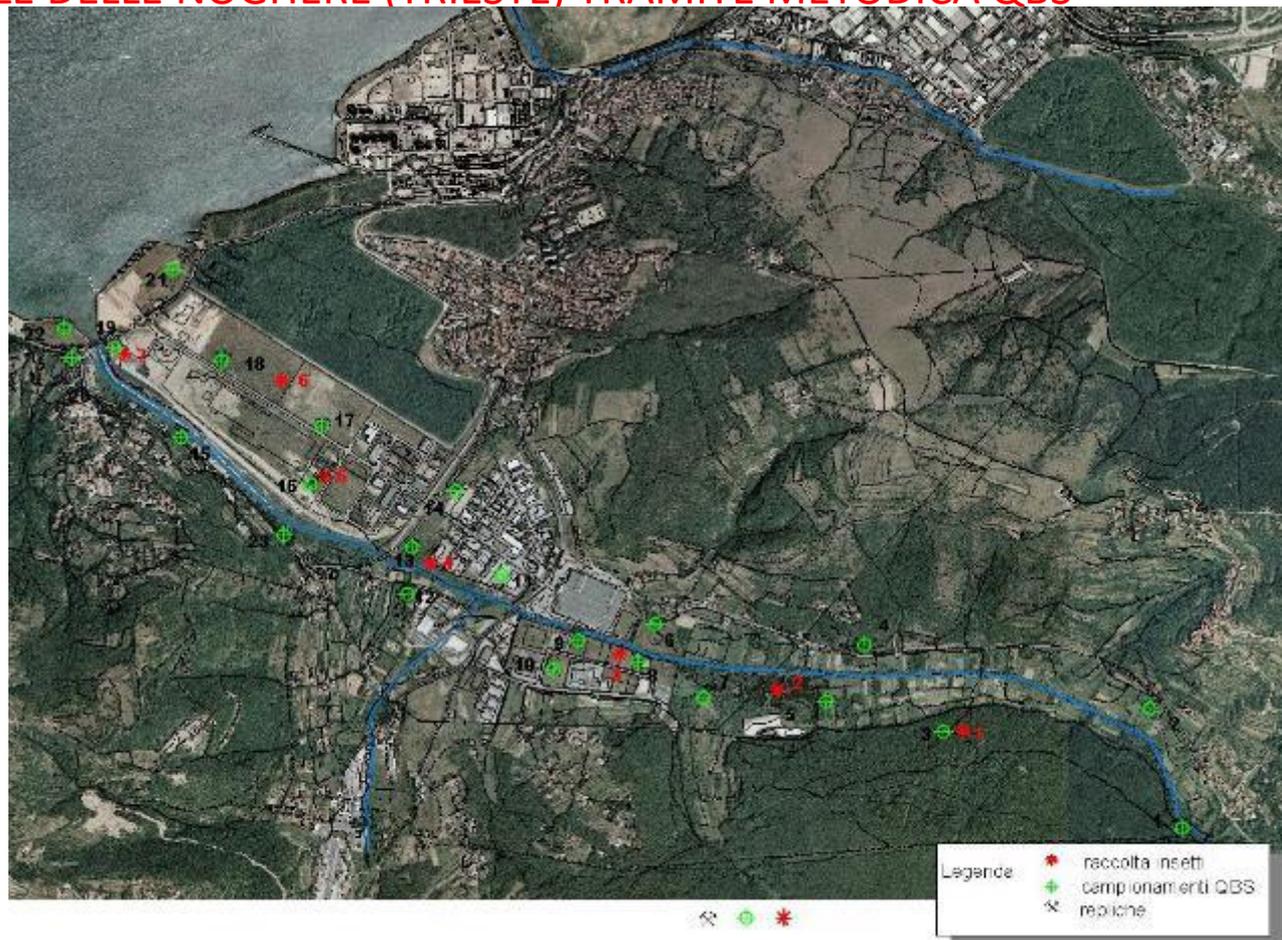
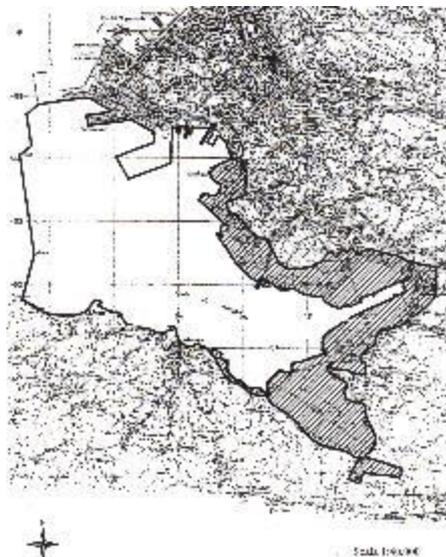


note:

1-per gruppi entelatici si intendono le forme biologiche con TMI = 20.
 2-nel caso di Onichiaridi assenti e QBS > 50 o di Onichiaridi presenti e QBS ≤ 50 si propongono rispettivamente le classi 2/3 e 3/2.

BIOMONITORAGGIO DI SUOLI INQUINATI DELLA VALLE DELLE NOGHERE (TRIESTE) TRAMITE METODICA QBS

Decreto ministeriale
24 febbraio 2003
Perimetrazione del sito
inquinato di interesse
nazionale di
TRIESTE



IL METODO QBS COME STRUMENTO DI CONOSCENZA DELLA BIOLOGIA DEI SUOLI IN RELAZIONE ALLE PRESSIONI ANTROPICHE E NATURALI



Codice	Comune	qbs	classe	Uso del Suolo	ph	umidità
SQ102	Fiumicello	222	7	prato stabile	8,0	22,8
SQ157	Savogna d'Isonzo	222	7	prato stabile	8,0	27,2
SQ057	Gradisca d'Isonzo	221	7	incolto improduttivo	8,9	15,8
SQ136	Villesse	220	7	prato stabile	8,3	21,7
SRIF	MANIAGO	216	7	prato stabile	8,5	19,0
SQ140	Villesse	210	7	prato stabile	8,4	21,0
AQ001	Grado	182	6	barena	8,7	4,6
SQ038	Gorizia	176	6	parco extra urbano	8,8	22,1
SQ148	Staranzano	170	6	prato stabile	8,6	21,1
SQ121	Staranzano	157	6	prato stabile	9,3	21,0
SQ159	Savogna d'Isonzo	154	6	prato stabile	7,9	22,8
SQ071	Turriaco	151	5	parco extra urbano	7,8	23,5
SQ034	Lucinico	146	6	Parco urbano	8,1	21,9
SQ114	Staranzano	142	5	prato stabile	7,9	19,5
CI001	Cima Corso	131	6	torbiera	7,0	47,1
FU001	Tarvisio	126	5	torbiera	6,9	50,2
PA001	Paularo	107	5	torbiera	7,4	50,9
SQ097	Fossalon	96	4	barena	8,7	4,9
AQ002	Grado	76	3	barena	8,7	0,6
PA002	Ampezzo	56	4	prato stabile	7,5	29,8
GR001	Faedis	40	2	grotta	8,3	5,4

COMPARTO "ARIA"

I LICHENI

- **I licheni** sono organismi **simbiotici** composti da un **fungo e da un'alga verde e/o cianobatteri**. Sono importanti costituenti della vegetazione di molti ecosistemi; al momento sono state descritte oltre **13500 specie**.

Foto di [Marcel Einig](#) da [Pixabay](#)



I LICHENI

- **I licheni**, ed in particolare quelli **epifiti**, forniscono ottime indicazioni sullo stato dell'aria dato che il loro metabolismo dipende quasi esclusivamente dall'atmosfera, e vengono ampiamente utilizzati sia come **bioindicatori** che **bioaccumulatori**.

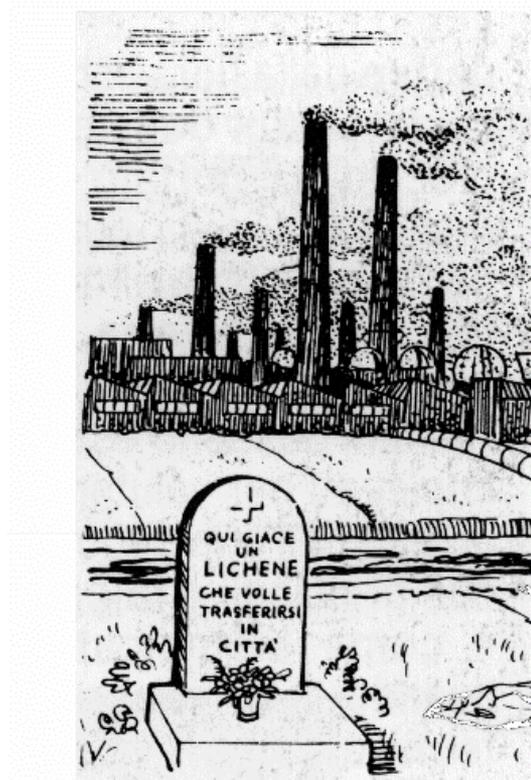
Le principali caratteristiche che fanno dei licheni buoni strumenti per il biomonitoraggio dello stato dell'aria sono le seguenti:

- 1) **Vivono** di "aria"
- 2) **Assenza** di strutture di protezione e selezione rispetto alle sostanze presenti nell'ambiente esterno
- 3) **Resistenza** agli stress ambientali (*idrico, termico*)
- 4) **Sensibilità** a sostanze inquinanti (No_x , So_x)
- 5) **Tolleranza** a sostanze inquinanti (metalli)
- 5) **Lento** accrescimento e grande longevità del lichene
- 6) **Impossibilità** a liberarsi periodicamente delle parti vecchie o intossicate

L'inquinamento atmosferico induce modificazioni rilevabili nei licheni

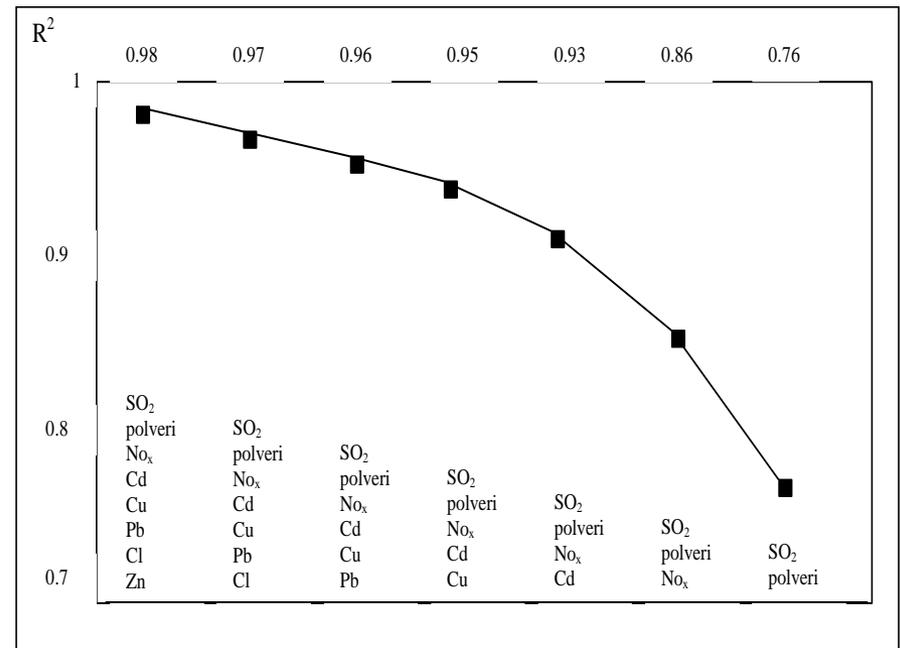
- **Fisiologico**: depressione dell'attività fotosintetica e della respirazione cellulare
- **Morfologico**: decolorazione del lichene, deterioramento del tallo o suo sviluppo parziale
- **Ecologico**: diminuzione della copertura di specie ed impoverimento delle comunità licheniche (**Bioindicazione**)
- **Accumulo**: alcune sostanze presenti in traccia quali i metalli vengono facilmente accumulati e tollerati dai licheni

La metodica di biomonitoraggio tramite licheni come bioindicatori



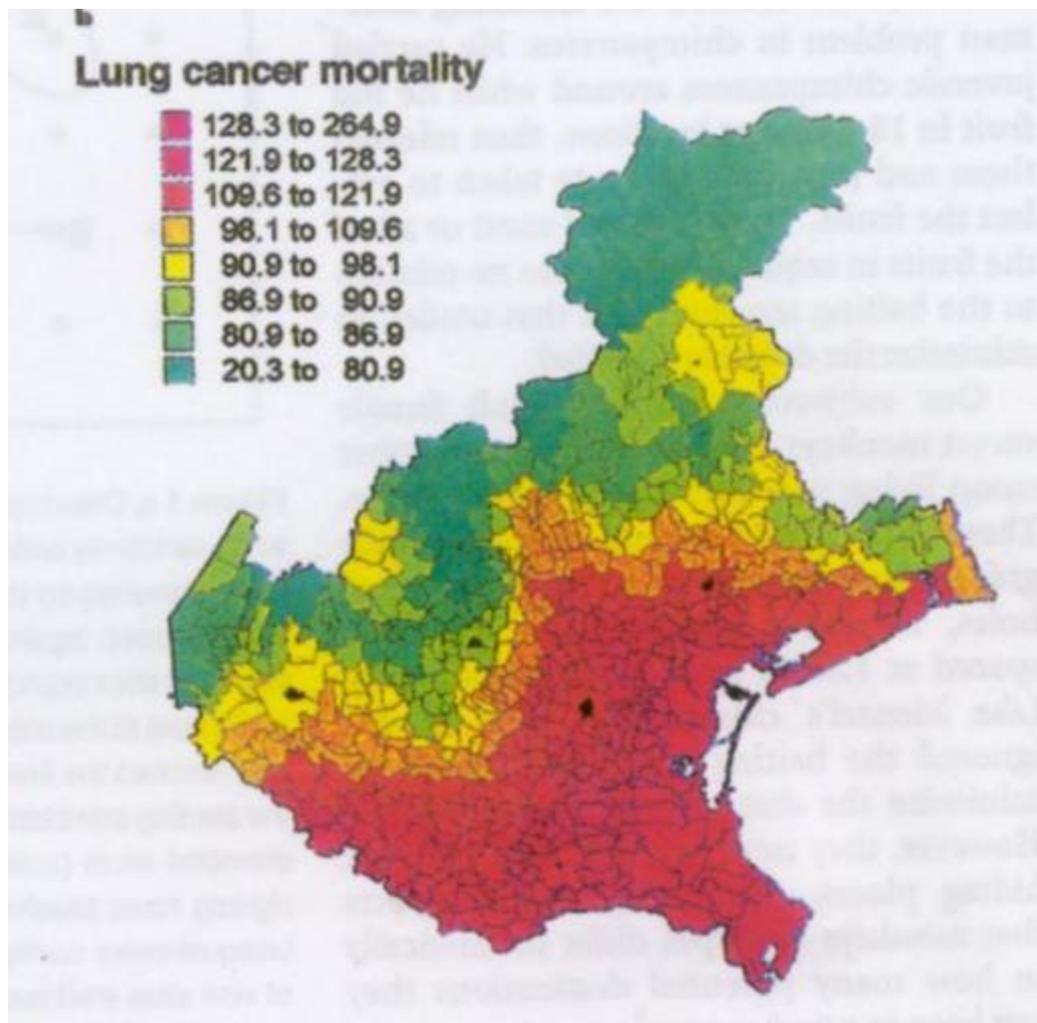
- **I primi studi** sulla sensibilità dei licheni all'inquinamento atmosferico risalgono al 1859 in Inghilterra.

- **Dalla seconda metà del secolo scorso**, grazie alla diffusione di centraline di rilevamento, è stato possibile verificare che i licheni rispondono a determinati tipi di inquinanti, permettendo di individuare la metodica di biomonitoraggio più adeguata.

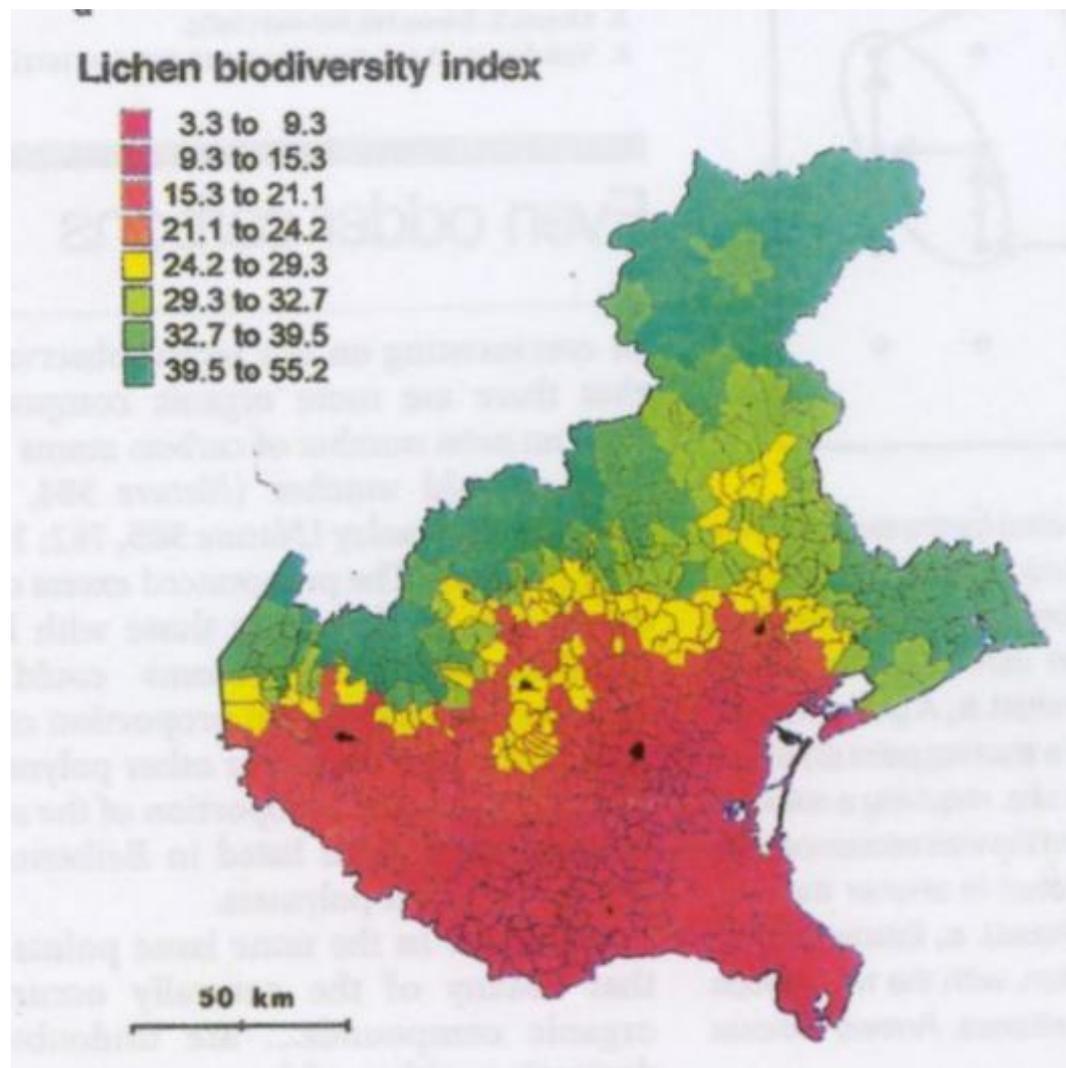


- **Oggi** in molti paesi il biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni è diventato ormai una tecnica routinaria.

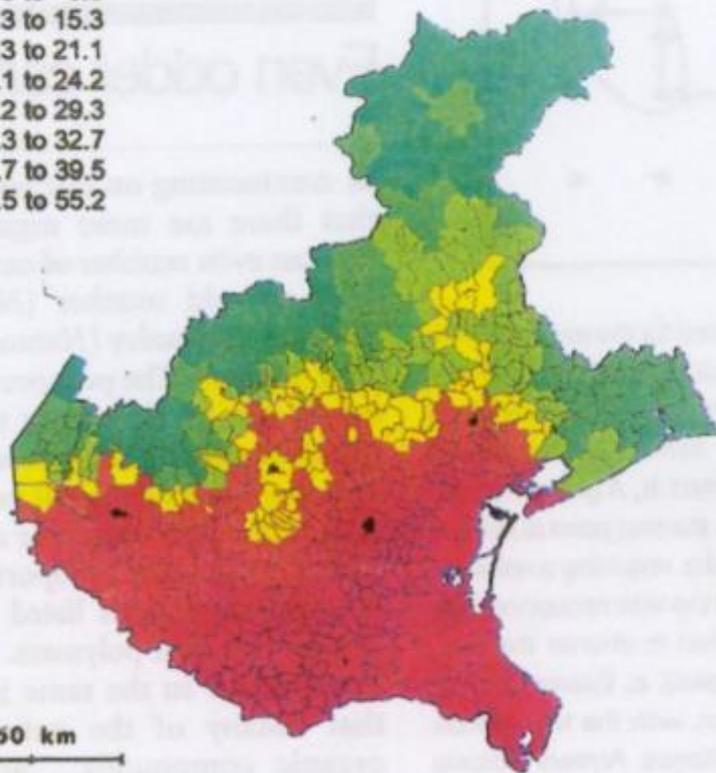
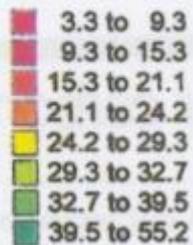
Mappa della mortalità da tumore al polmone in Veneto



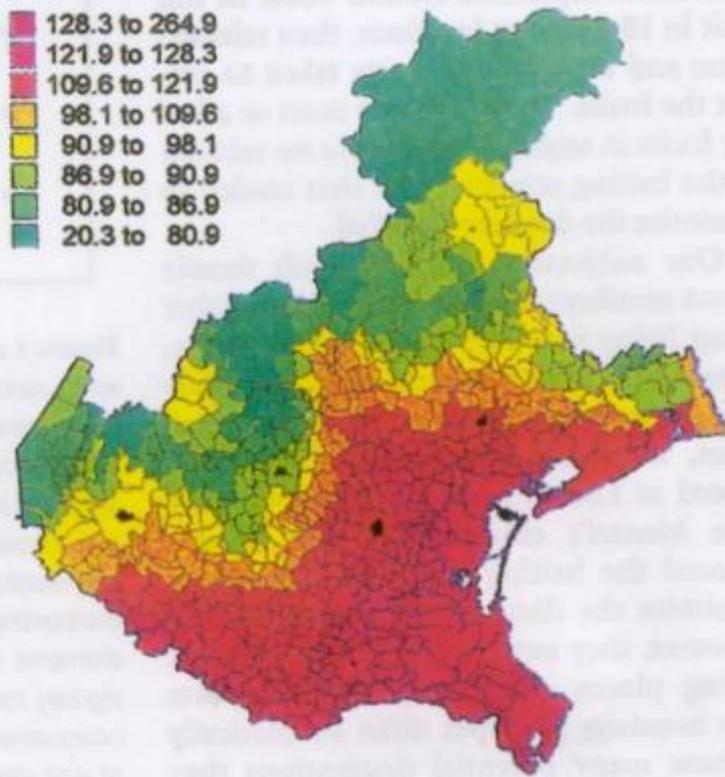
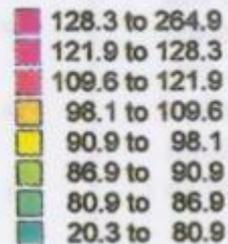
Mappa di distribuzione della biodiversità lichenica in Veneto



Lichen biodiversity index



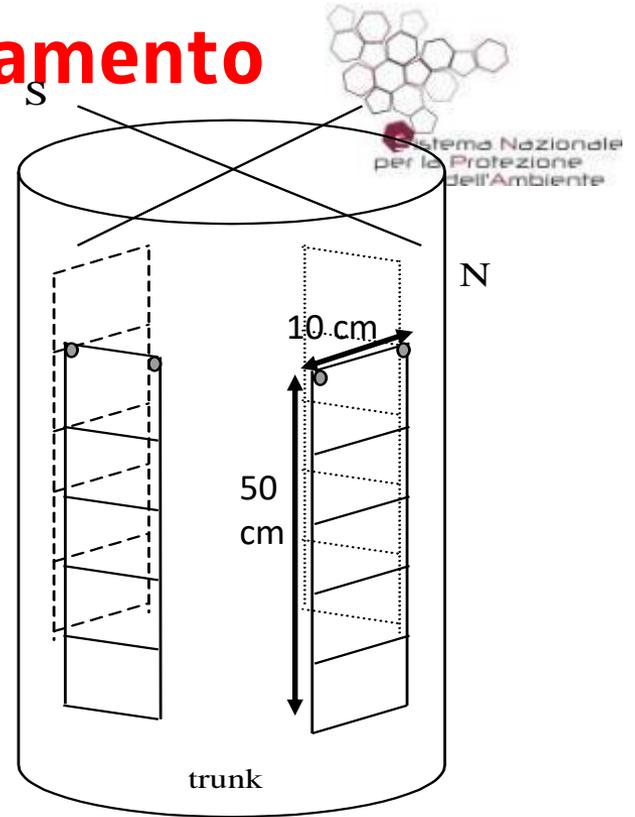
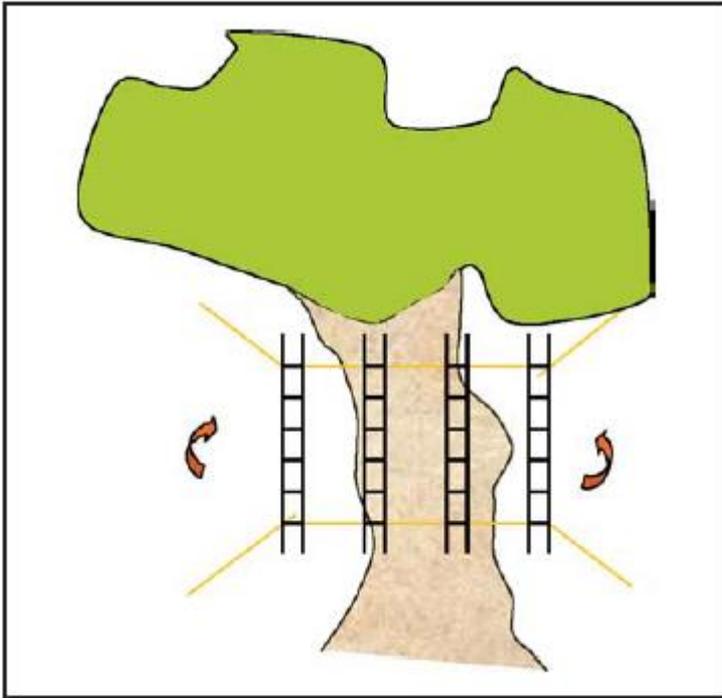
Lung cancer mortality



Il principio base della metodica I.B.L.

(Indice di Biodiversità Lichenica)

La metodica si basa essenzialmente sul **rilevamento**, all'interno di un particolare reticolo, **della biodiversità di licheni epifiti** e sulla sua interpretazione in termini di alterazione dello stato dell'aria.



- Il reticolo di campionamento è costituito da **quattro subunità**.
- Le **subunità** sono formate da una serie lineare di cinque quadrati di 10x10 cm.
- Le subunità vengono disposte **verticalmente** sul tronco in corrispondenza dei quattro punti cardinali.
- La parte inferiore di ciascuna unità deve essere disposta ad **un metro** dalla superficie del suolo.

XANTHORIA PARIETINA
(L.) TH.FR.



FLAVOPARMELIA CAPERATA
(L.) HALE



CALOPLACA FERRUGINEA
(HUDS.) TH.FR.



***PERTUSARIA AMARA
(ACH.) NYL.***

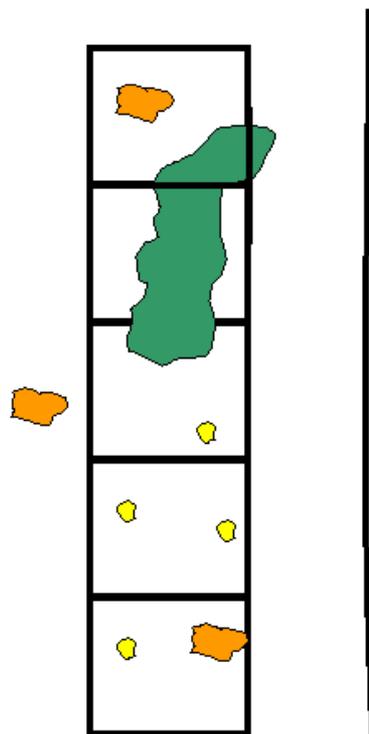


USNEA SP.



***NORMANDINA PULCHELLA
(BORRER) NYL.***





Lichene 1: $1+1=2$

Lichene 2: $1+1+1=3$

Lichene 3: $1+1+1=3$

BL rilievo = 8

- Individuato albero e zone del tronco adatte, si procede al campionamento.
- Nella scheda di rilevamento vengono annotate tutte le specie licheniche come spiegato precedentemente.

SCHEDA DI RILEVAMENTO UCS 1												
UCP TS1												
UCS 1												
Data 11/08/2004												
Comune	Duino Aurisina											
Località	Slivia											
Albero	<i>Quercus sp</i>			<i>Quercus sp</i>			<i>Quercus sp</i>					
Rilievo	1			2			3					
Circonferenza (cm)	71			75			71					
Esposizione	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W
<i>Amandinea punctata</i>						3	2					
<i>Candelaria concolor</i>												
<i>Candelariella reflexa</i>	5	5	5	4	5	5	5	5	5		5	5
<i>Candelariella xanthostigma</i>			1	1								
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	1	1	1		5		1	5		3		1
<i>Lecanora chlarotera</i>												
<i>Lecanora expallens</i>												
<i>Lecanora strobilina</i>												
<i>Lecidella elaeochroma</i>				1				2	1			1
<i>Lepraria sp</i>	1	4	4	3								
<i>Normandina pulchella</i>	5	5		5	5	5		1	5	5		5
<i>Parmelia borrieri</i>												
<i>Parmelia caperata</i>											1	1
<i>Parmelia glabra</i>												
<i>Parmelia glabratula</i>												
<i>Parmelia subrudecta</i>	1		2									
<i>Parmotrema chinense</i>												
<i>Phaeophyscia chloantha</i>	1	1									1	1
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		2				1			2	1	3	4
<i>Physcia adscendens</i>	1	2			3	2	1	2	3	3	3	4
<i>Physcia clementei</i>		2	1		4			1				
<i>Physcia tenella</i>					2				1	1		
Somma delle frequenze	15	24	13	13	25	15	9	16	17	13	14	21
BL albero	65			65			65					

* slittamento 20° E per decorticamento fusto

Le scale di interpretazione dei dati di BL

- Le scale di interpretazione permettono di valutare i dati di BL in termini di **alterazione ambientale**.
- L'alterazione ambientale viene definita come una **deviazione** da condizioni ritenute "normali".
- I valori di BL rientrano nella **scala di Naturalità/Alterazione**, ripartita in sette classi delimitate da specifici valori di BL, che esprimono il grado di deviazione da condizioni ritenute "naturali".

Scale di “Naturalità/Alterazione”

Fascia submediterranea Fascia montana

ZONA	BL	COLORE	NATURALITA'/ALTERAZIONE
A	$BL > 75$	1 - blu	Naturalità molto alta
B	$61 \leq BL \leq 75$	2 - verde scuro	Naturalità alta
C	$46 \leq BL \leq 60$	3 - verde chiaro	Naturalità media
D	$31 \leq BL \leq 45$	4 - giallo	Nat. Bassa / alt.bassa
E	$16 \leq BL \leq 30$	5 - arancione	Alterazione media
F	$1 \leq BL \leq 15$	6 - rosso	Alterazione elevata
G	0	7 - cremisi	Alterazione molto elevata

In realtà non esiste ancora una scala di interpretazione dei dati raccolti in fascia montana

Le specie arboree utilizzabili rientrano in due gruppi principali, in relazione al pH della scorza e ad altri parametri (ritenzione idrica, durezza, tipo di scorza etc), fattori chimico-fisici in grado di influenzare notevolmente lo sviluppo delle comunità licheniche, e quindi il valore di BL.

Specie con scorza subneutra	Specie con scorza acida
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Prunus domestica</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Olea europaea</i>
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Quercus petraea</i>
<i>Ficus spp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Castanea sativa</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Quercus</i>
<i>Juglans spp.</i>	<i>Quercus pubescens</i>
<i>Populus x canadensis</i>	<i>Quercus cerris</i>
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Betula pendula</i>
<i>Ulmus spp.</i>	<i>Prunus avium</i>
	<i>Tilia spp.</i>

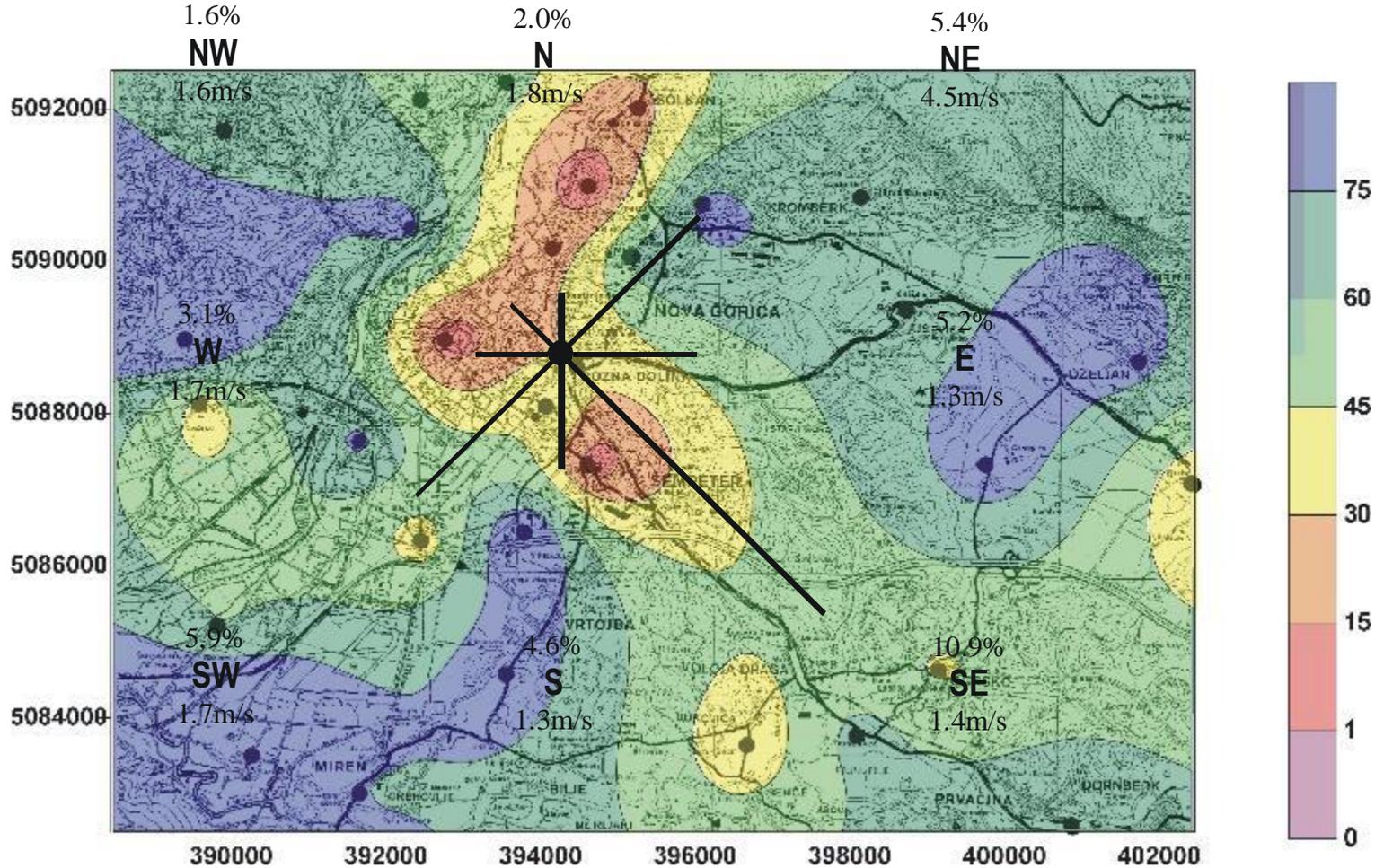
I rilievi vengono eseguiti su alberi soddisfacenti i seguenti requisiti:

- **Ubicazione** in zone aperte, evitando aree troppo ombreggiate.
- **Inclinazione** dell'asse del tronco non superiore ai dieci gradi rispetto alla normale al suolo.
- **Circonferenza** del tronco superiore a 60 cm.
- **Assenza** di fenomeni evidenti di disturbo quali verniciature, patologie della pianta, applicazioni di anticrittogamici, presenza di siepi, ecc.

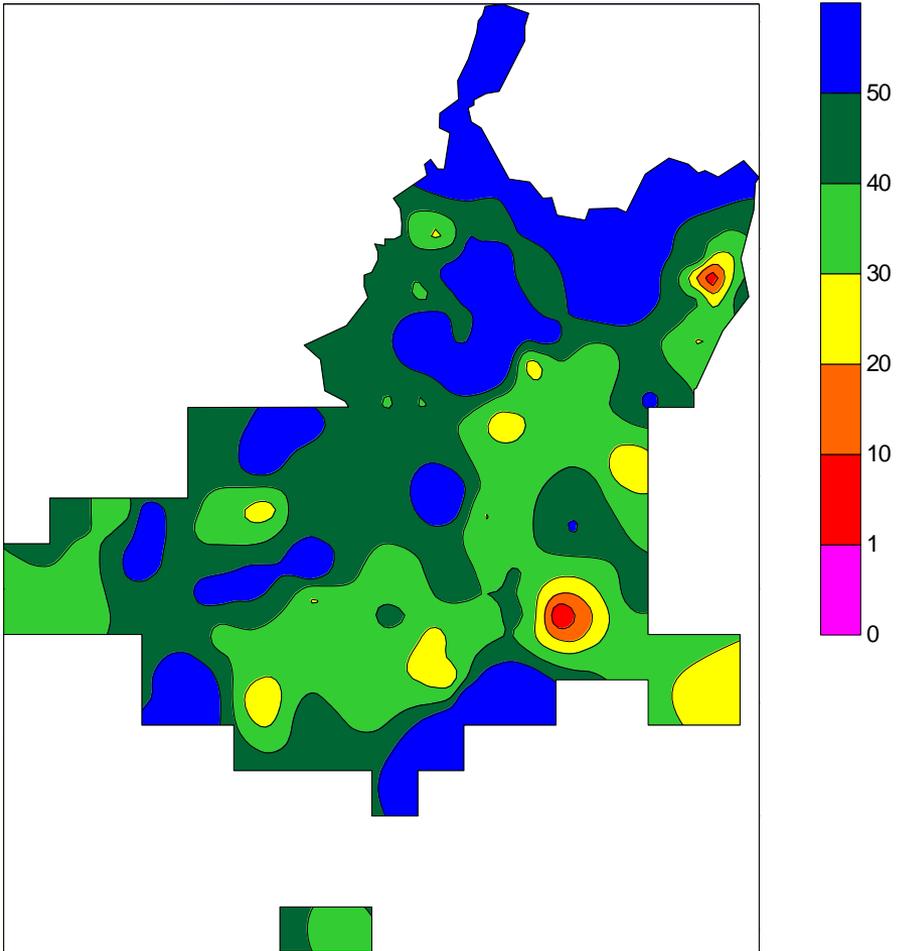
Nel posizionamento del reticolo vanno evitate :

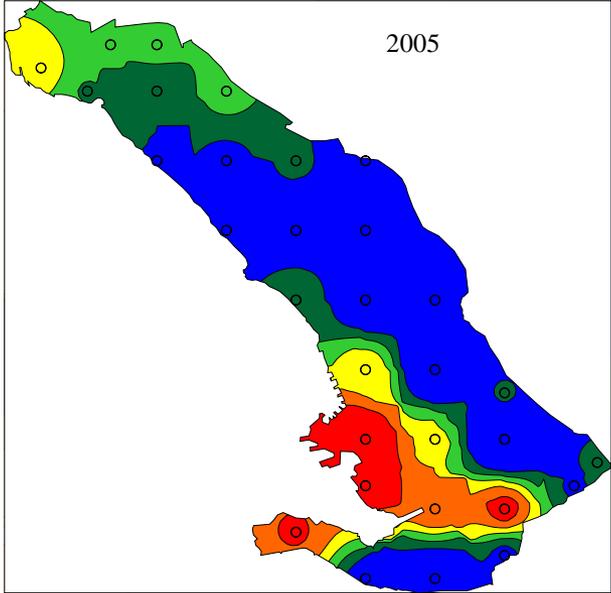
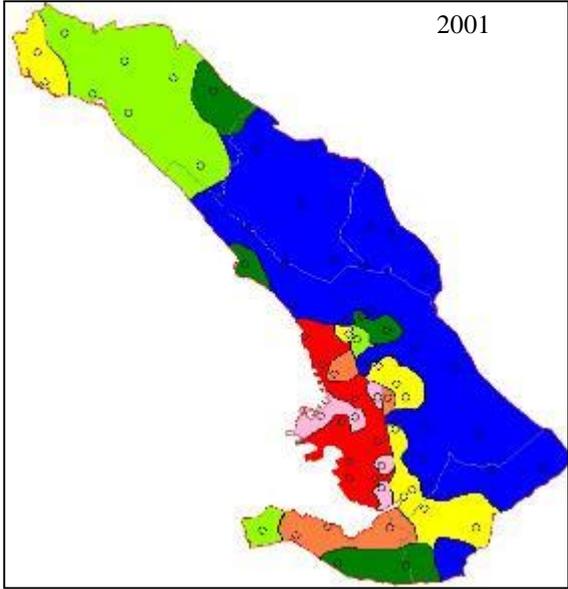
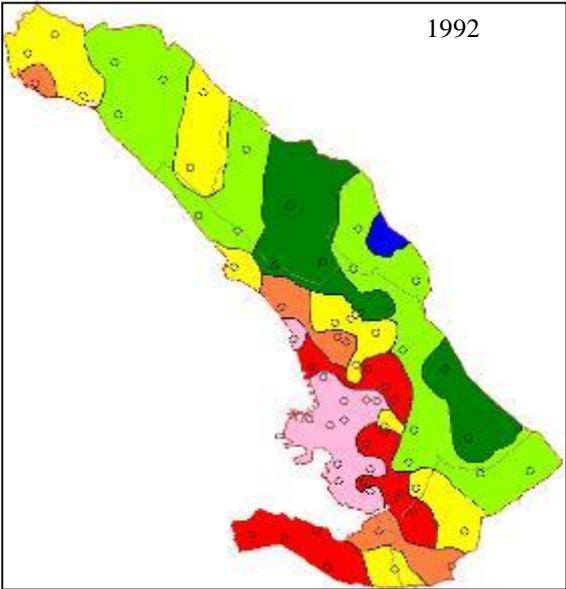
- **parti del tronco danneggiate o decorticate**
- **parti con presenza di evidenti nodosità**
- **parti corrispondenti alle fasce di scolo con periodico scorrimento di acqua piovana**
- **parti con copertura di briofite superiore al 25%**

Biomonitoraggio tramite licheni: Gorizia-Nova Gorica

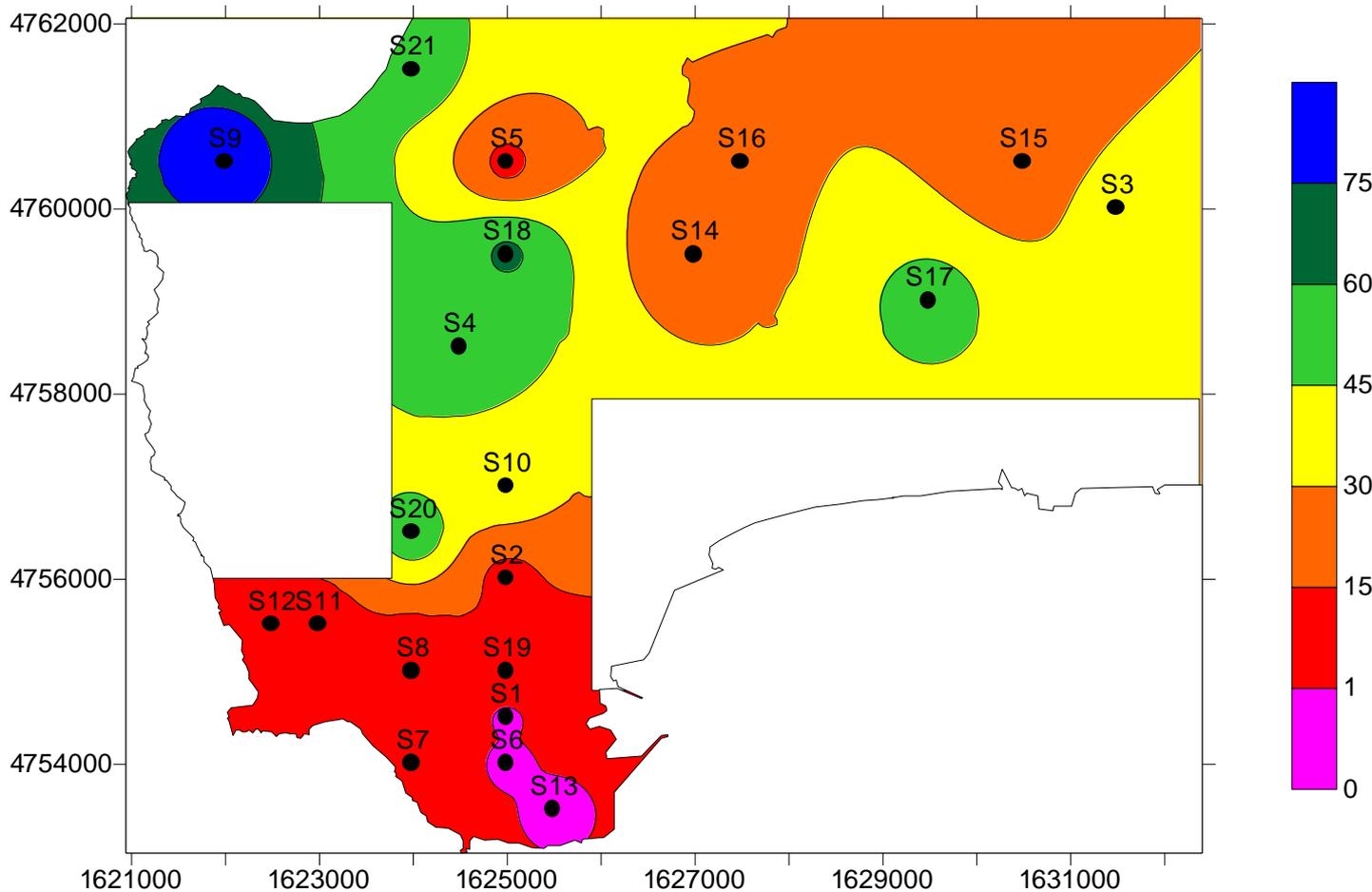


Provincia di Gorizia-bassa friulana

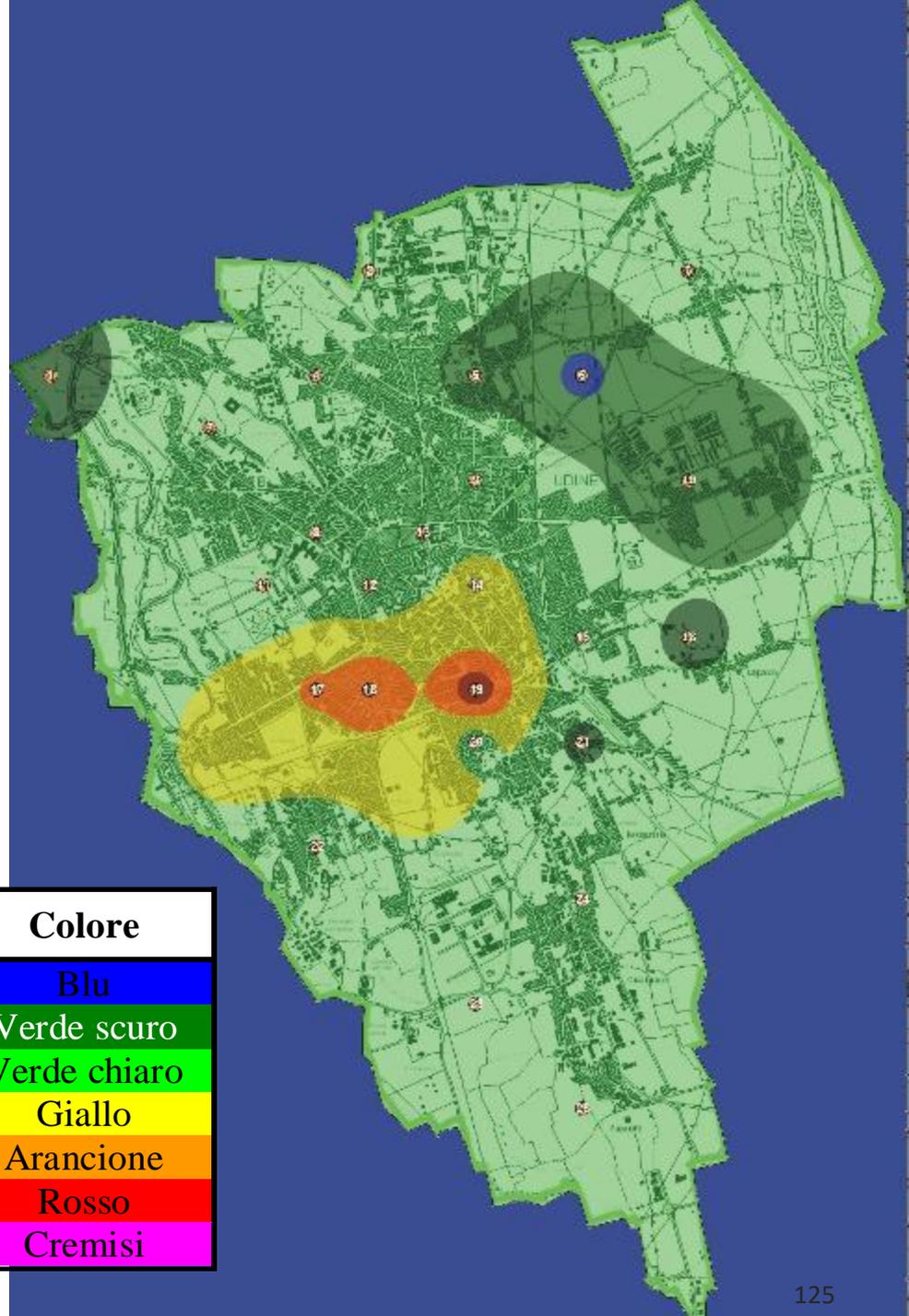




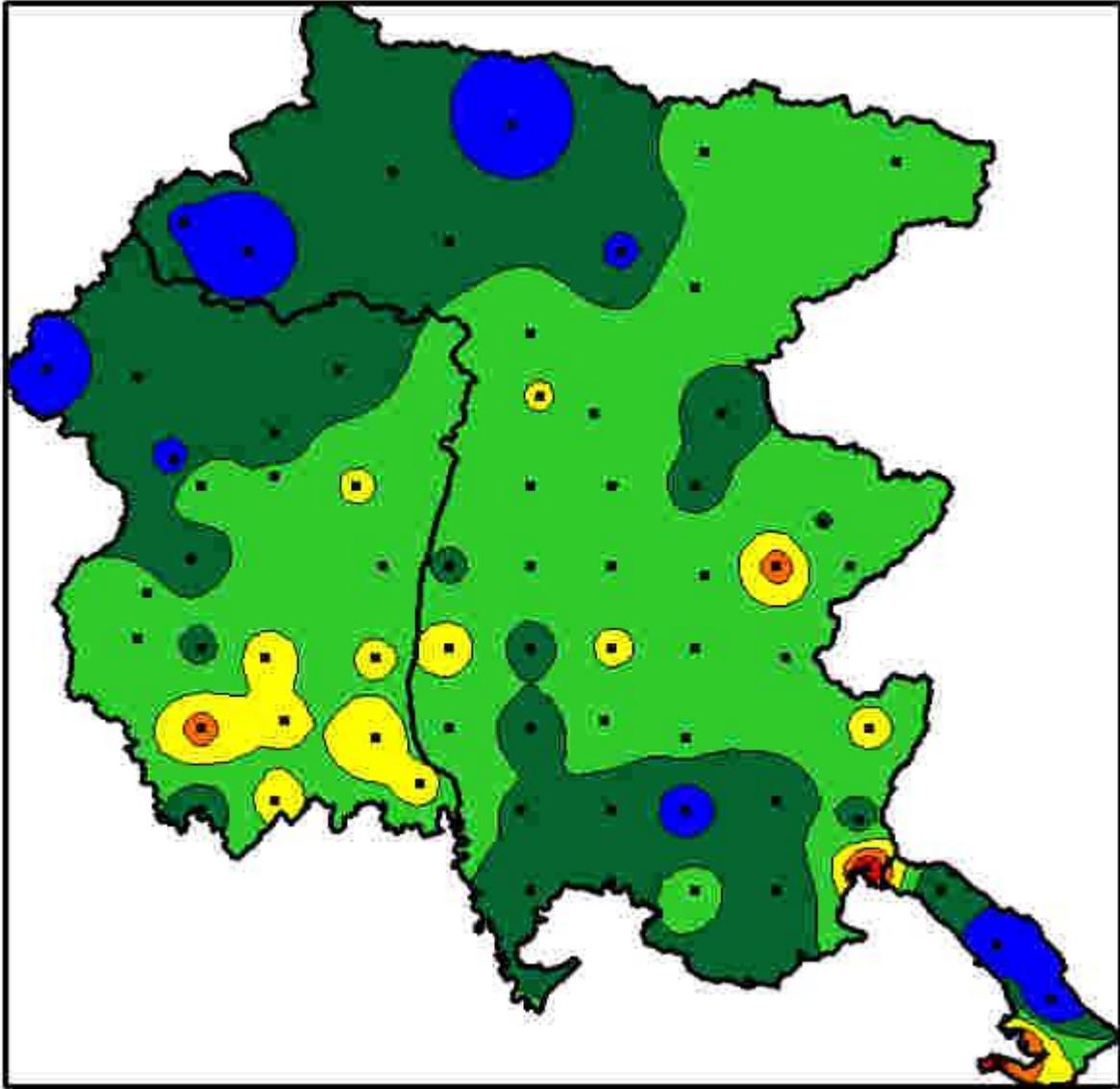
Piombino - Toscana



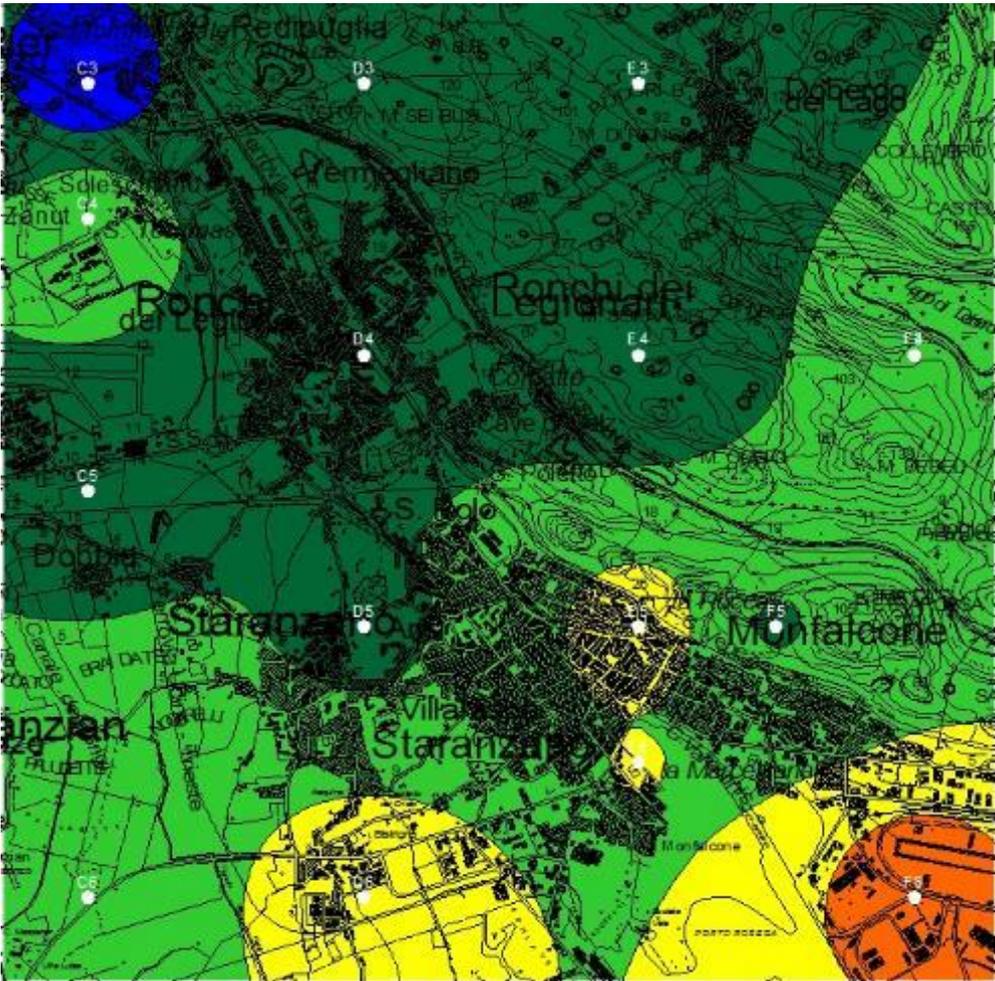
Comune di Udine



Classi	Valori BL	Colore
1. Naturalità molto buona	> 75	Blu
2. Naturalità buona	61 - 75	Verde scuro
3. Naturalità media	46 - 60	Verde chiaro
4. Natur. Bassa / Alter. Bassa	31 - 45	Giallo
5. Alterazione media	16 - 30	Arancione
6. Alterazione alta	1 - 15	Rosso
7. Alterazione molto alta	0	Cremisi



Monfalconese



LICHENI COME BIOACCUMULATORI

Sfruttando la capacità dei licheni di **assorbire ed accumulare i contaminanti persistenti**, generalmente presenti nell'atmosfera in bassissime concentrazioni, negli ultimi anni questi organismi sono stati ampiamente impiegati nel **biomonitoraggio di metalli in traccia**, ed in via sperimentale di radionuclidi, non-metalli come lo zolfo ed il fluoro, di composti xenobiotici come gli idrocarburi clorurati.

La metodica di bioaccumulo di metalli in traccia

- **La metodica** presenta il vantaggio di **non richiedere conoscenze lichenologiche approfondite**, in quanto il lavoro viene di norma eseguito su una sola specie.
- Il biomonitoraggio dei contaminanti atmosferici mediante licheni permette di **studiare indirettamente** il loro grado di **diffusione e deposizione** e di risalire alle fonti di inquinamento.

SCelta DELLA SPECIE DA ANALIZZARE

Vengono scelte specie fogliose, facilmente staccabili dal substrato, ampiamente diffuse sul territorio.



Xanthoria parietina



Parmelia caperata

PRELIEVO DEI CAMPIONI

- Il tallo lichenico viene prelevato dal substrato mediante l'uso di un **temperino in acciaio inossidabile**
- Viene prelevata solo la **parte periferica** del tallo
- I risultati ottenuti dall'analisi rispecchiano **l'inquinamento del periodo corrispondente all'età della parte periferica considerata**, età che può essere stabilita in base a studi sulla velocità di accrescimento della specie considerata
- Per ottenere un dato più significativo si analizza un **campione proveniente da almeno una mezza dozzina di talli** raccolti su diversi alberi presenti nella stazione di campionamento

ALLESTIMENTO DEI CAMPIONI, MINERALIZZAZIONE, DETERMINAZIONI ANALITICHE

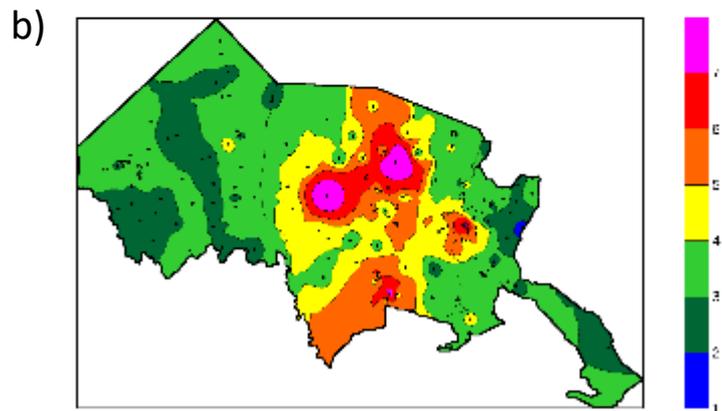
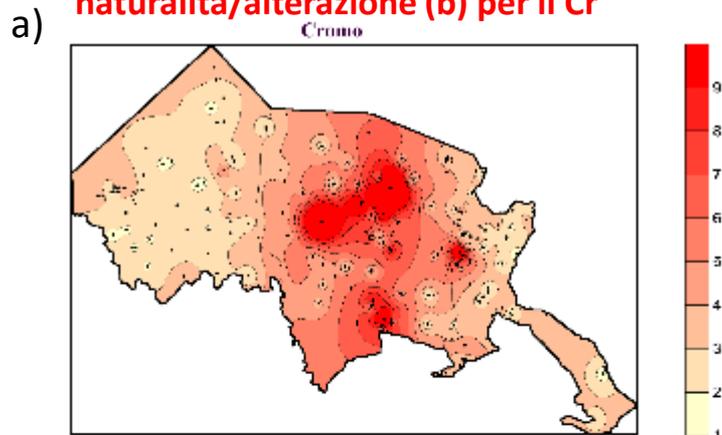
- Le parti del tallo prelevate vengono minuziosamente **ripulite al microscopio binoculare** per eliminare materiali estranei.
- Il materiale viene **seccato a temperatura ambiente**.
- Prima di procedere al trattamento chimico , si **tritura minuziosamente ed omogeneizza il materiale**.

INTERPRETAZIONE DEI DATI SCALE DI NATURALITA'/ALTERAZIONE

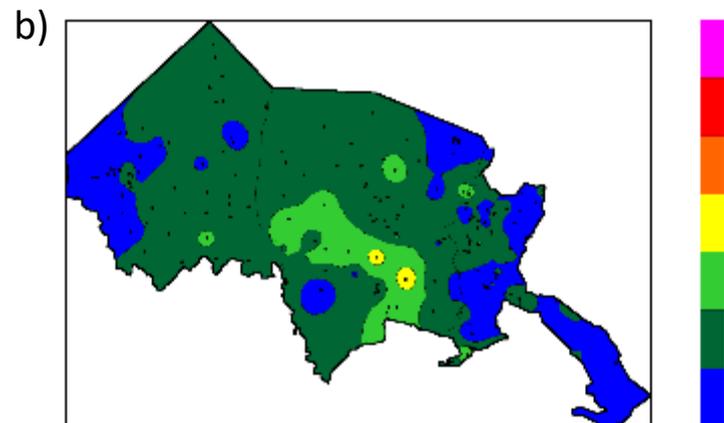
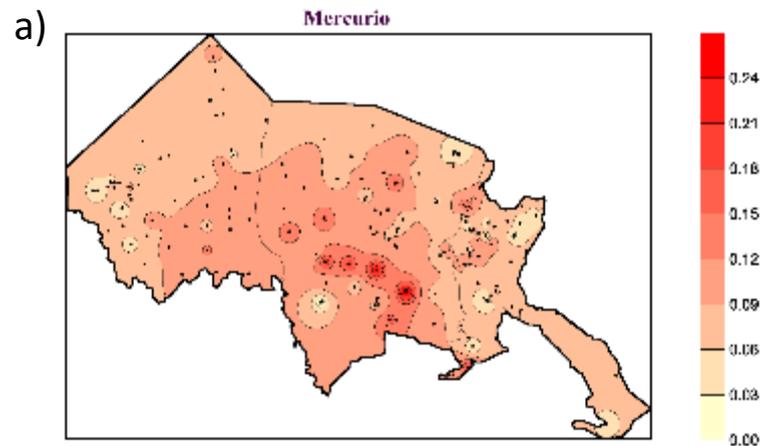
<i>N. Misure</i>			606	415	330	203	636
<i>Percentili</i>	<i>Nat./Alterazione</i>	<i>Colori</i>	Al	As	Ba	Be	Cd
20°perc.	1- Nat.molto alta	Blu	<350	<0,2	<3,3	<0,04	<0,2
50°perc.	2 - Nat. alta	Verde scuro	600	0,6	6,0	0,08	0,4
75°perc.	3 -Nat.media	Verde chiaro	1000	1,2	10,0	0,12	0,8
90°perc.	4 - Nat./Alter.basse	Giallo	1600	1,9	18,0	0,60	1,4
95°perc.	5- Alter.media	Arancione	2500	2,4	25,0	0,90	2,0
98°perc.	6- Alter.alta	Rosso	3200	3,0	35,0	1,15	2,6
	7 -Alter.molto alta	Cremisi	>3200	>3,0	>35,0	>1,15	>2,6
<i>Max Italia</i>			8390	5,5	78,7	1,62	9,0

634	636	627	485	629	635	679	199	178	396	679
Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Se	Te	V	Zn
<1,2	<6	<270	<0,07	<20	<1,0	<3	<0,04	<0,05	<0,6	<30
2,2	9	500	0,12	25	2,0	9	0,15	0,20	1,7	40
4,0	14	750	0,20	35	3,0	20	0,30	0,35	3,2	66
6,3	20	1200	0,27	60	5,0	55	0,40	0,53	5,4	96
9,0	26	1500	0,37	90	6,2	80	0,70	0,66	6,8	120
16,0	36	1800	0,50	150	8,0	110	0,90	0,76	9,4	160
>16,0	>36	>1800	>0,50	>150	>8,0	>110	>0,90	>0,76	>9,4	>160
60,5	161	4276	1,07	685	34,4	494	1,43	1,03	15,02	358

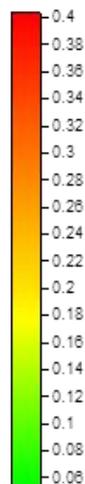
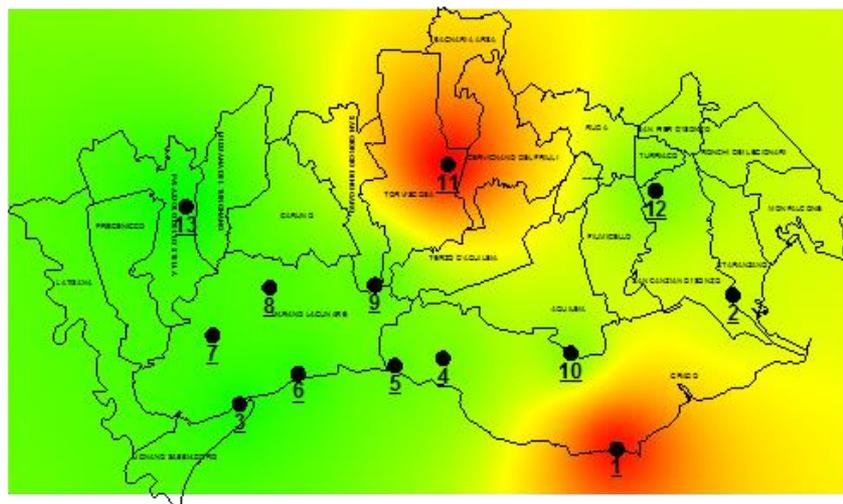
Mappe di distribuzione (a) e di
naturalità/alterazione (b) per il Cr



Mappe di distribuzione (a) e di
naturalità/alterazione (b) per il Hg



BIOMONITORAGGIO DI MERCURIO AERODISPERSO TRAMITE LICHENI COME BIOACCUMULATORI NELLA LAGUNA DI MARANO E GRADO E BASSO BACINO SCOLANTE



n	località	Hg
11	Torviscosa	0,40
1	Grado	0,39
2	Isola Cona	0,15
10	Belvedere	0,12
4	Valle Pontelli	0,11
12	Pieris	0,11
5	Porto Anfora	0,10
9	Foce Aussa Corno	0,09
8	Marano	0,09
7	Oasi fiume Stella	0,08
6	Isola S.Andrea	0,07
3	Lignano	0,06
13	Piancada	0,05

➔ In ogni caso sappiate che...

➔ **Tutto ciò fra vent'anni finirà 😊**

