



Biosphere Reserve Colloquium CollinaPo: convegno sui cambiamenti climatici, la biodiversità e nuovi scenari ecologici

SESSIONE BIODIVERSITA'

“Risposte biologiche al cambiamento climatico, monitoraggio e adattamento della biodiversità regionale”

Enrico Rivella

Arpa Piemonte,

Struttura Ambiente e Natura

Il sistema Gaia condivide con tutti gli organismi viventi la regolazione dell'ambiente fisico e chimico ad un livello prossimo a quello favorevole alla vita.

Storia della vita = storia della biodiversità

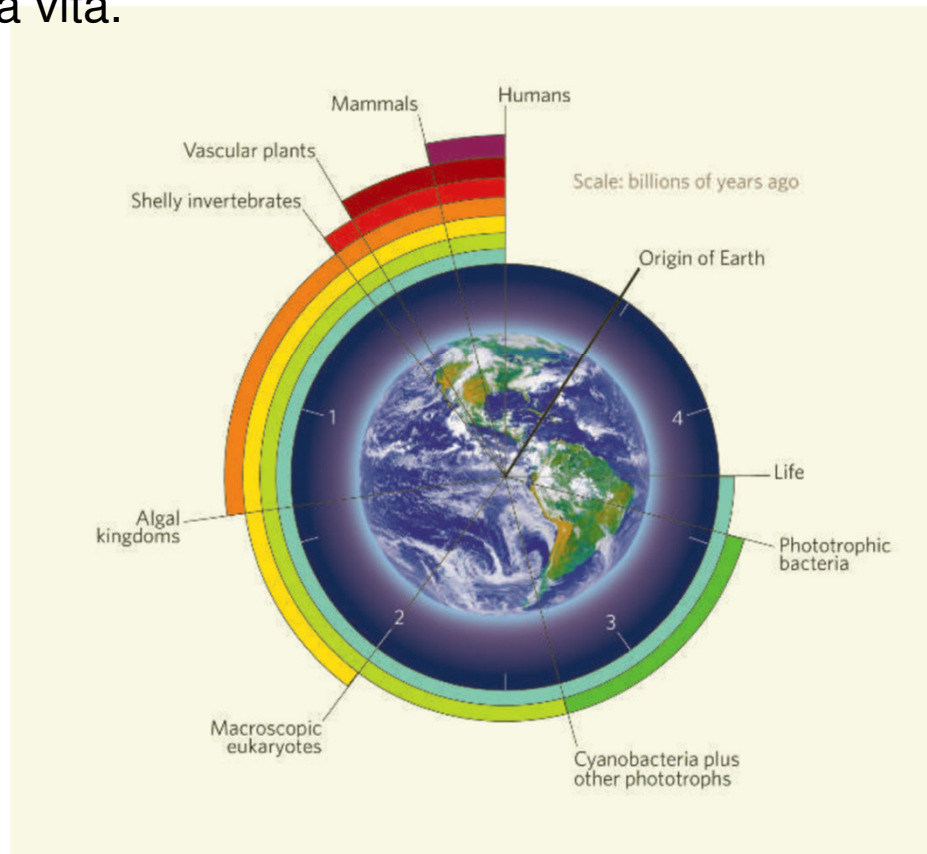
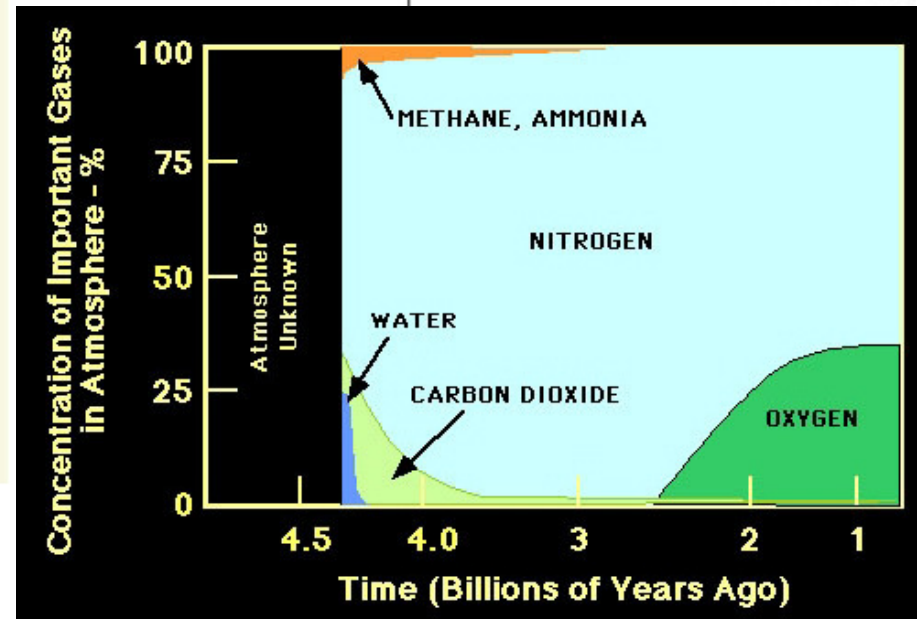
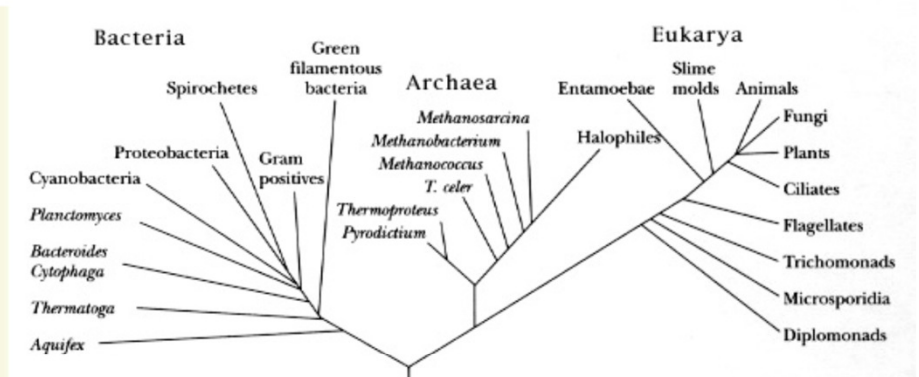


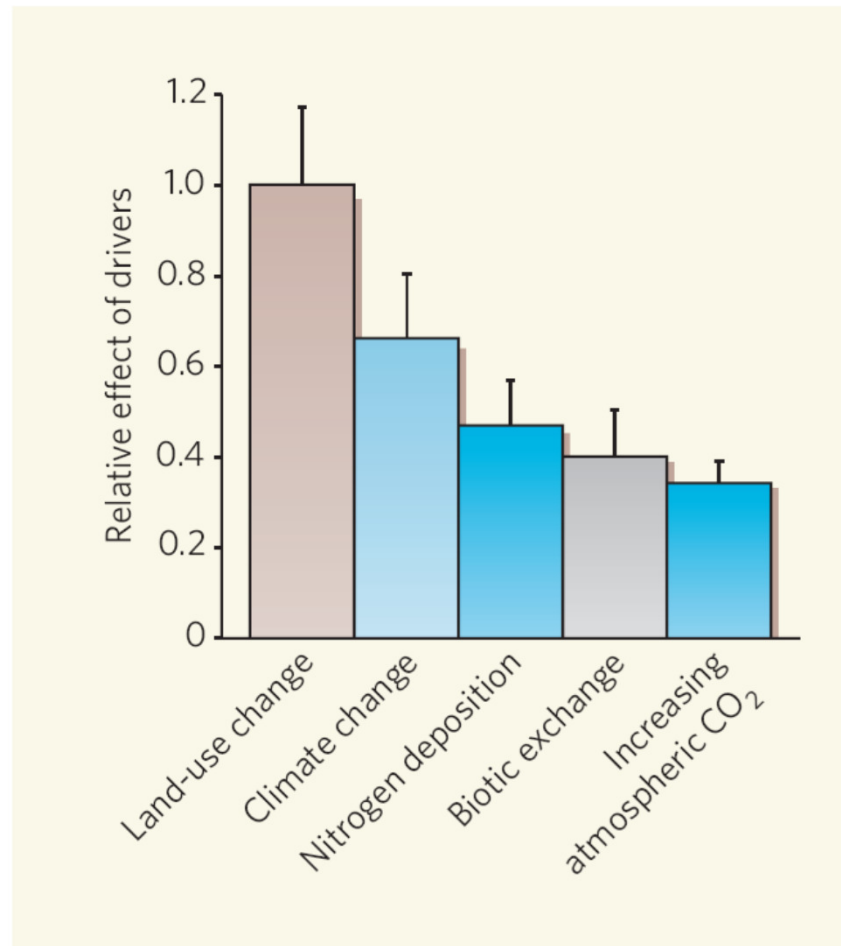
Figure 1 | Life on Earth through the ages. The ages of earliest known evidence of various biota (shown here) are probably determined by the quality of preservation of such ancient evidence. Bacteria capable of photosynthesis developed sometime before 2.7 billion years ago. The oxygen-producing cyanobacteria started the prolonged process of oxygenation of Earth's atmosphere and oceans that ultimately allowed more complex aerobic organisms to develop. Brocks and colleagues' analyses¹ of biomarkers for microorganisms in marine sediments 1.6 billion years old provide a snapshot of an ocean in an intermediate stage of oxygenation: despite the presence of cyanobacteria, the waters were largely anoxic and sulphidic, with no evidence for the aerobic, planktonic eukaryotes characteristic of the modern ocean.



Un po' di numeri... Ogni anno, tra 17000 e 100000 specie svaniscono dal nostro pianeta. Tra il 1970 e il 2006 la popolazione animale è diminuita del 31%, quella dei coralli del 38% e le foreste di mangrovie del 19%. Sono considerati a rischio di estinzione il 21% dei mammiferi, il 41% degli anfibi, il 13% degli uccelli, il 27% dei coralli, il 20% di tutte le specie vegetali

I principali fattori di estinzione

Thuiller W.
2007. Climate
change and the
ecologist,
Nature, 448:
550-552





Un'elevata proporzione di specie ha già iniziato a rispondere al recente cambiamento climatico

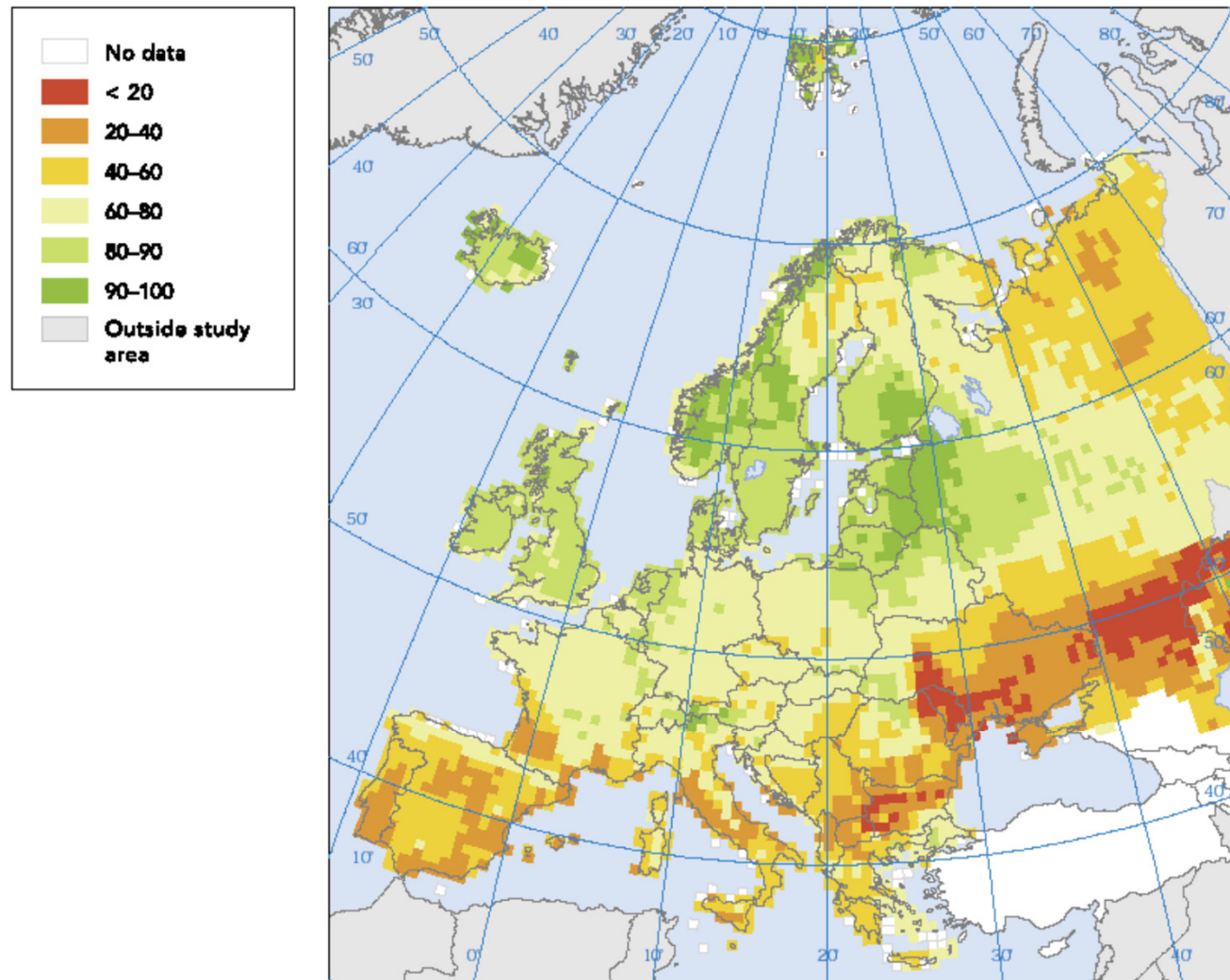
Studio di *C. Parmesan* 2003 su *Science*:

specie viventi
“*impronta digitale*” del cambiamento climatico



Figure 1 | Amphibian alarm call. The Panamanian golden frog is one of roughly 110 species of harlequin frog (*Atelopus*), many of which are dying out. Although this species still survives, its numbers have fallen significantly.

Map 3.8 Share of stable species in 2100, compared with 1990



25% delle specie mondiali estinte entro il 2050 a causa dell'azione combinata del riscaldamento globale e della degradazione degli habitat

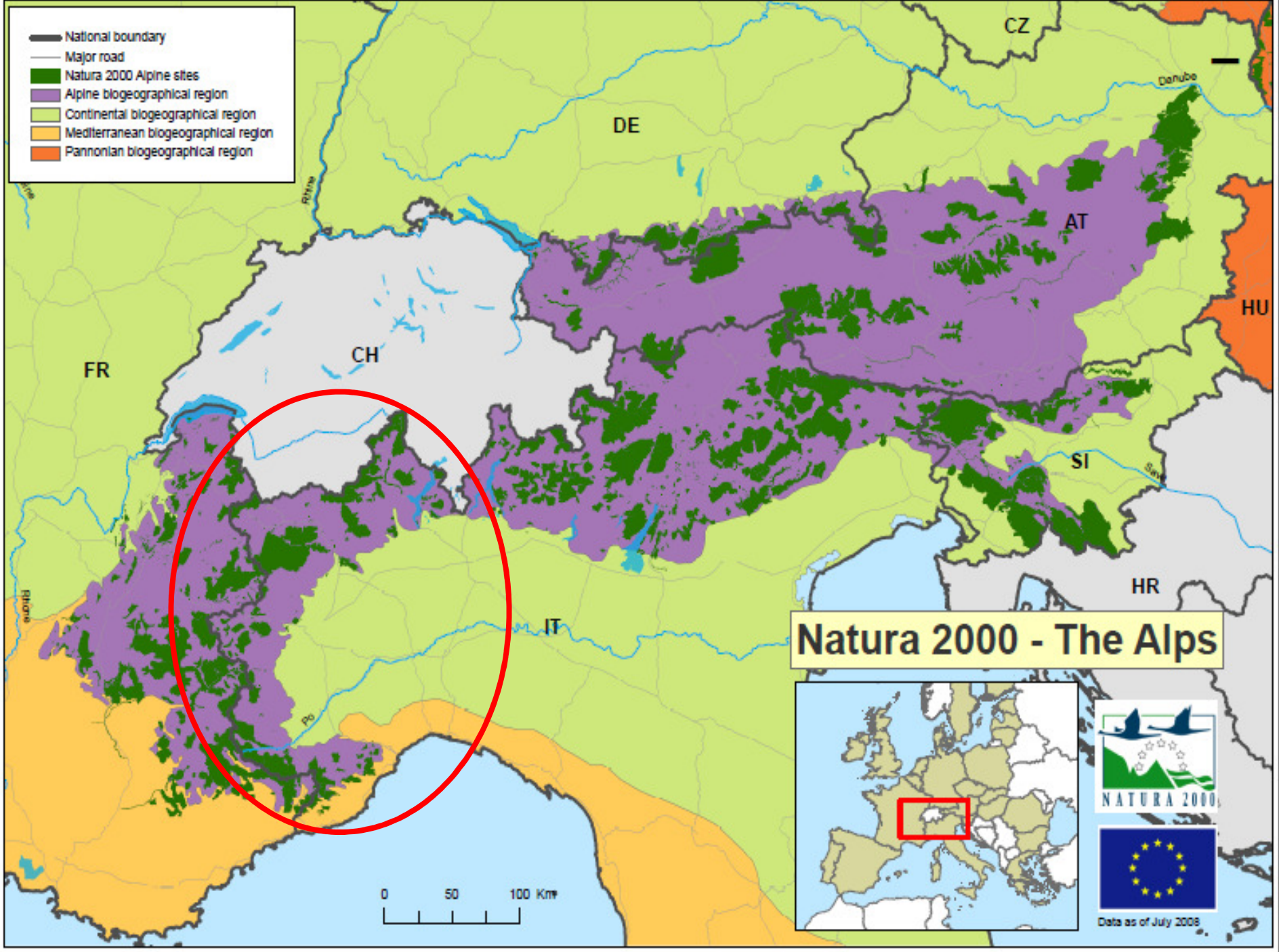
Thomas et al. (2004), Nature **427**:145-148

Note: Percentage of total number of species in 1990. The climate scenario used is a modest climate change scenario (global warming by 2100 is 3 °C and European warming is 3.3 °C).

Source: Bakkenes *et al.*, 2004.

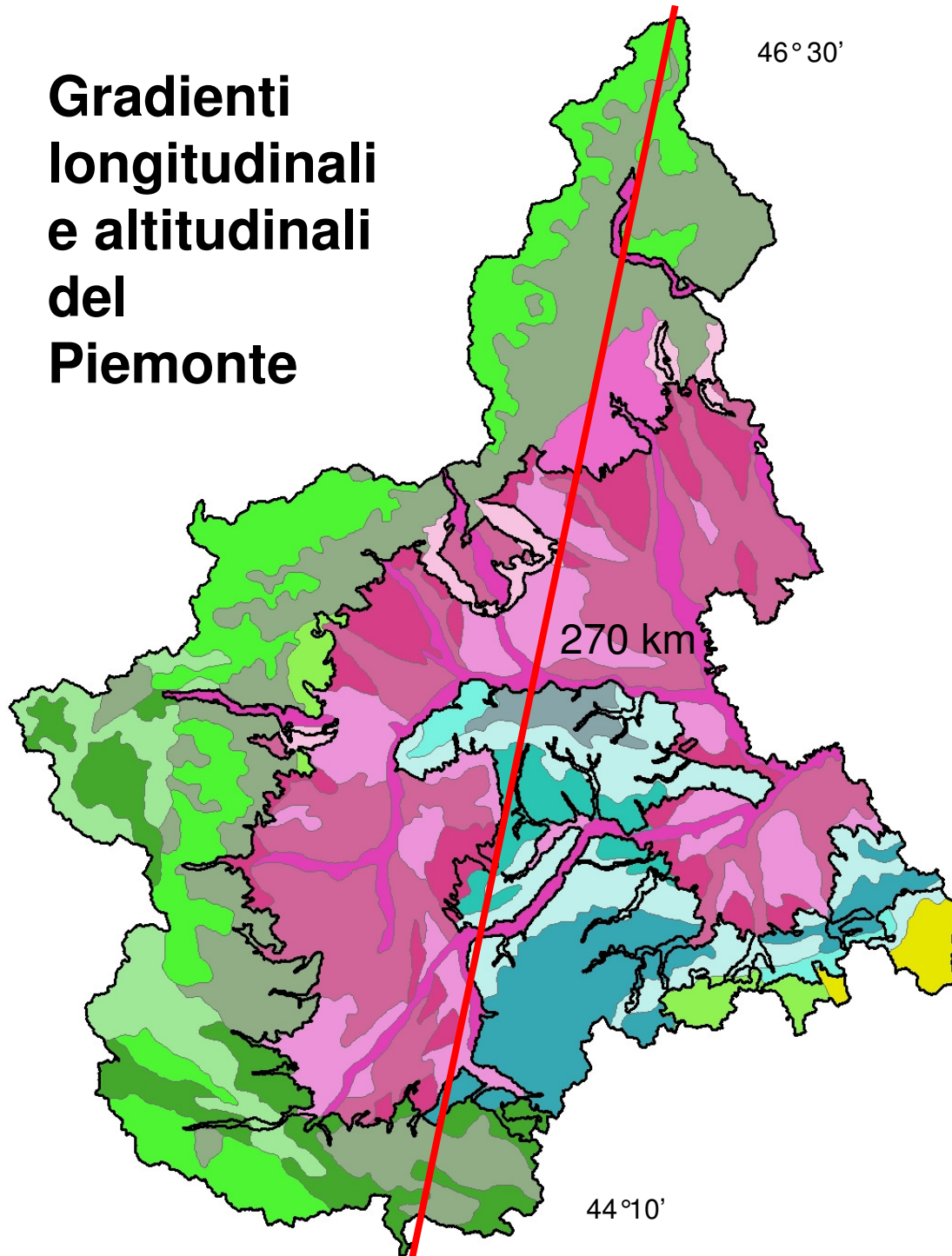






Natura 2000 - The Alps

Gradienti longitudinali e altitudinali del Piemonte



-  pedemonte
-  Alvei straordinari
-  Morene
-  Pianura recente
-  Vecchia Pianura
-  Terrazzi antichi
-  Prealpi
-  Appennino
-  Rilievi alpini di alta quota su litologie calcaree
-  Rilievi alpini di alta quota su litologie silicatiche
-  Rilievi alpini di bassa quota su litologie calcaree
-  Rilievi alpini di bassa quota su litologie silicatiche
-  Rilievi alpini ed appenninici su litologie magnesiache
-  Rilievi alto-collinari su litologie prevalentemente conglomeratiche
-  Rilievi collinari fortemente sollevati su litologie marnose
-  Rilievi collinari su litologie arenacee
-  Rilievi collinari su litologie marnose ed argillose
-  Rilievi collinari su litologie sabbiose

Quota superiore:

Punta Dufour (Monte Rosa):

4633 m s.l.m.

Quota inferiore:

Alluvioni Cambiò (Po):

92 m s.l.m.



CRITERI PER LA CREAZIONE DI UNA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLA BIODIVERSITA'



Selezione di metriche meteorologiche appropriate

Realizzazione di un *data-base* regionale omogeneo

Confronto con dati storici

Monitoraggio a lungo termine

Interdisciplinarietà

Identificazione di bioindicatori del cambiamento climatico



Trovare i
bioindicatori
adatti!



RISPOSTE BIOLOGICHE AD UN INCREMENTO DELLA TEMPERATURA

CAMBIAMENTI NELLA DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE

- **Invasione di specie adattate a climi più caldi**
- **Spostamento in quota e verso latitudini nord di specie vegetali ed animali sensibili a stress termico (*thermo-sensitive species*)**
- **Sparizione di habitat vulnerabili e/o di ridotta dimensione (es. torbiere alpine, *Caricion bicolori-atrofuscae*)**
- **Variazione di densità delle popolazioni e possibili estinzioni locali**

CAMBIAMENTI FENOLOGICI

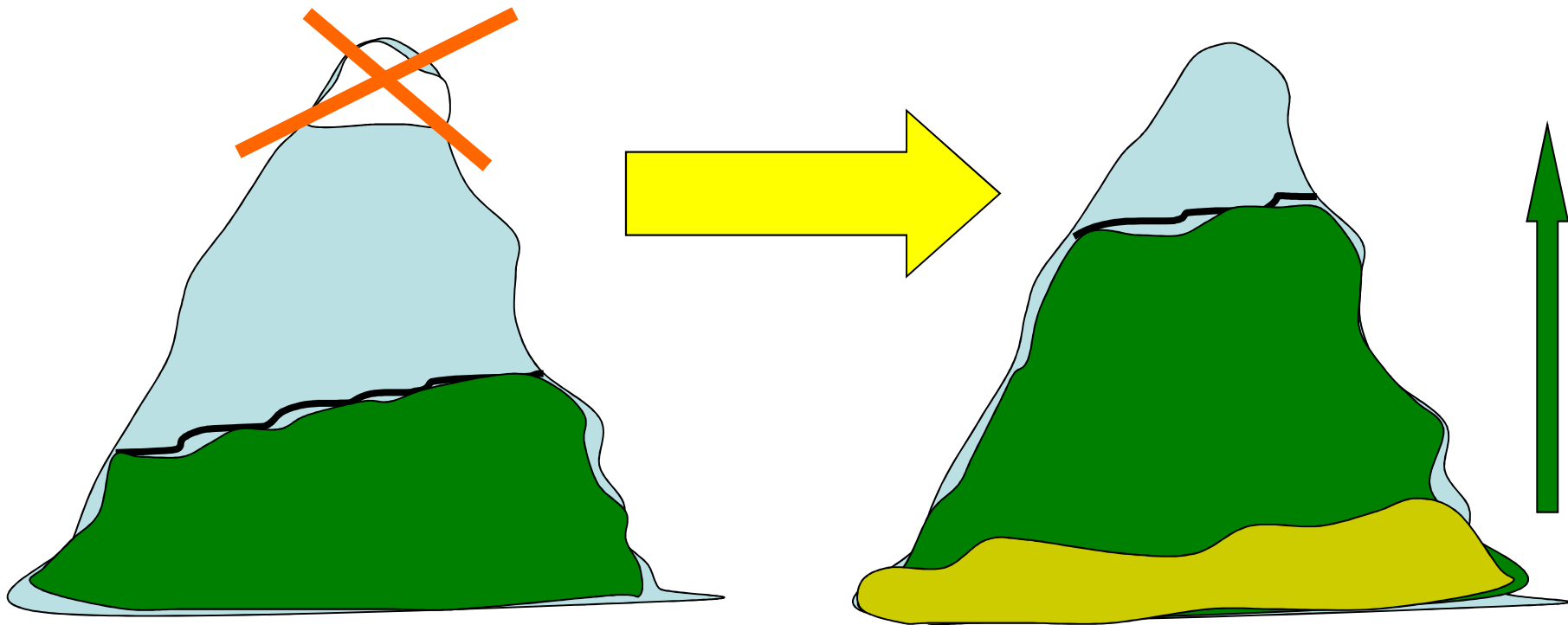
- **Diversa temporizzazione delle fasi vitali**
- **Modifica dei periodi di migrazione**
- **Allungamento del periodo vegetativo**
- **Alterazione dei rapporti di competizione per desincronizzazioni e disaccoppiamenti nell'interazione tra specie (*mismatch*)**

ADATTAMENTI FISIOLOGICI, MORFOLOGICI E COMPORTAMENTALI



SPOSTAMENTO IN QUOTA

gradiente termico verticale
-6,5 °C ogni 1 000 m



Relitti artici: popolazioni sempre più ridotte ed isolate nelle alte quote



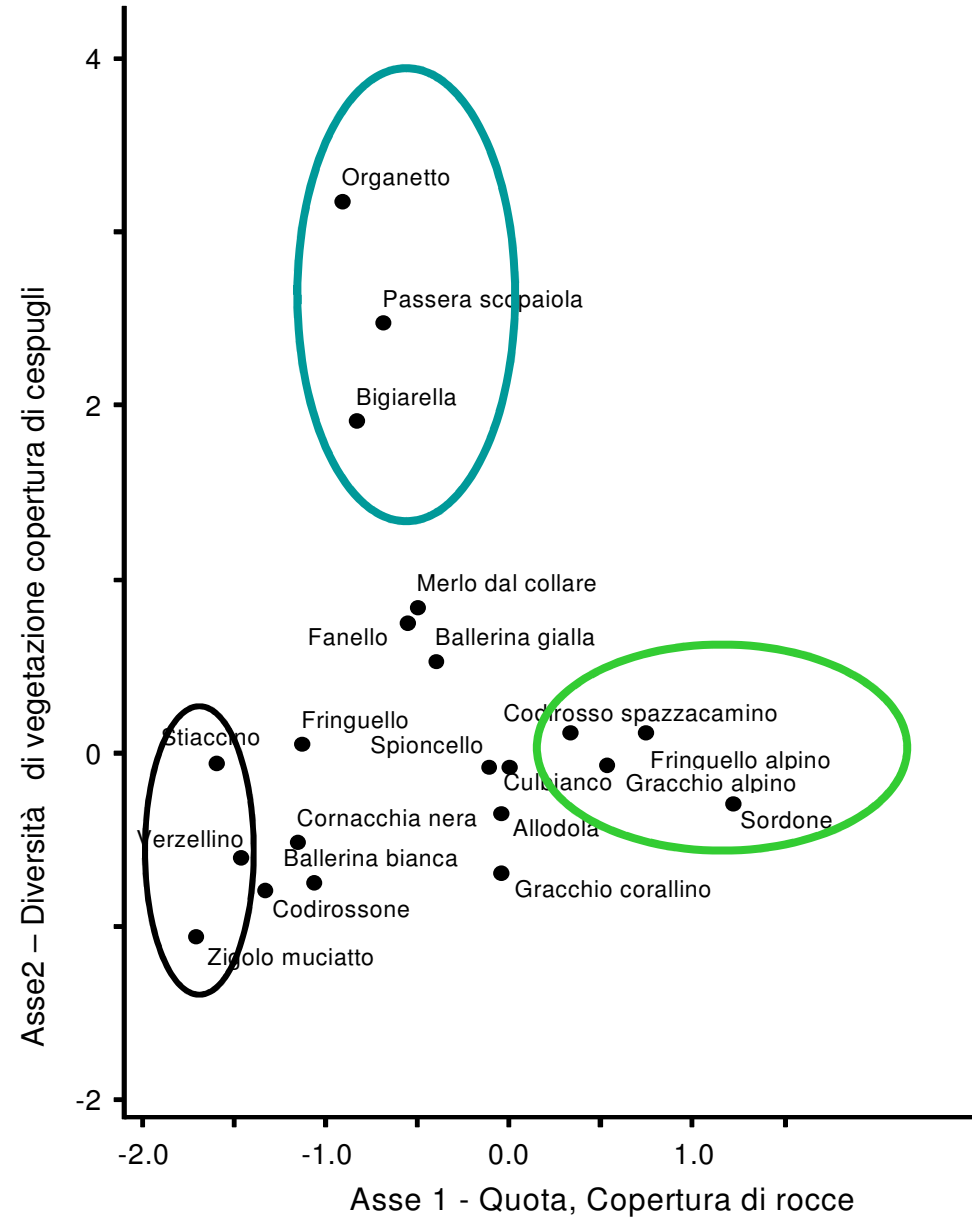
Lagopus mutus

Carex bicolor



Relazioni fra uccelli, habitat e quota

- specie come il sordone, il fringuello alpino, il gracchio alpino ed il codirosso spazzacamino, sono distribuite lungo un gradiente altitudinale



Effetti potenziali sulla vegetazione alpina

Slittamento altitudinale delle fasce bioclimatiche

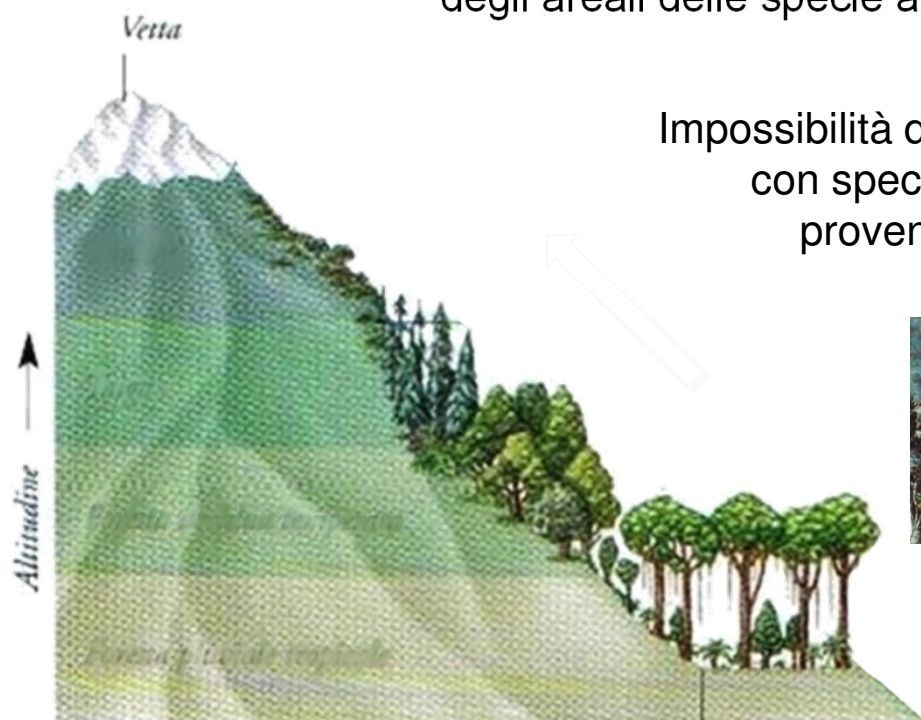
Migrazione delle specie verso quote più elevate

Modificazione della forma e grandezza degli areali delle specie alpine e nivali

Nuove comunità

Impossibilità di risalita e sostituzione con specie più competitive provenienti dal basso

Estinzione



Hieracium villosum



Dryas octopetala



Aster alpinus

Elevation gradient of successful plant traits for colonizing alpine summits under climate change

Magali Matteodo^{1,2}, Sonja Wipf¹, Veronika Stöckli¹, Christian Rixen¹ and Pascal Vittoz³

¹ WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Flüelastrasse 11, 7260 Davos Dorf, Switzerland

² Institute of Earth Sciences, University of Lausanne, Geopolis, 1015 Lausanne, Switzerland

³ Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Biophore, 1015 Lausanne, Switzerland



Unil

UNIL | Université de Lausanne



Dati storici:

- Circa 350 inventari floristici storici delle montagne Svizzere
 - Inizio 1900
 - Affidabili

RISULTATI

Aumento sulle vette
di specie tipiche di
altitudini inferiori



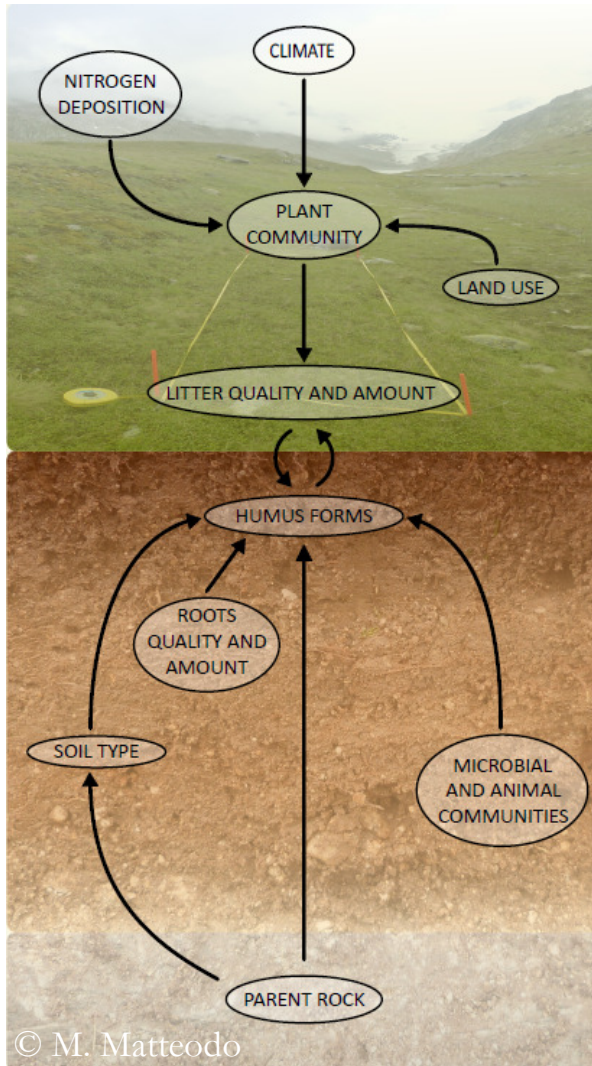
Diminuzione del rapporto neve/pioggia e stagioni vegetative più
lunghe: aumento delle specie di prateria nelle **valllette nivali**.

Stabilità delle **praterie**: fino a quando?

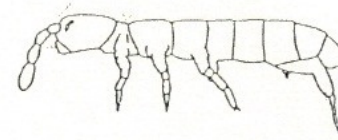
Metodo QBS-ar

(QBS = Qualità Biologica del Suolo)

Ad adattamenti (riduzioni) maggiori corrispondono punteggi maggiori



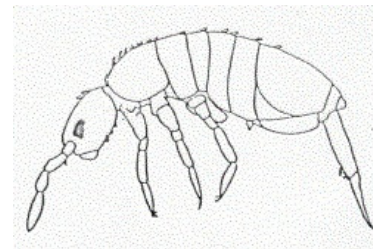
Principali forme biologiche rinvenute in quota



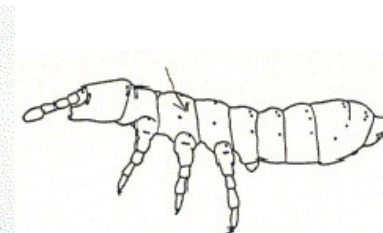
Criptopigide



Ipogastruride



Lepidocirtoide

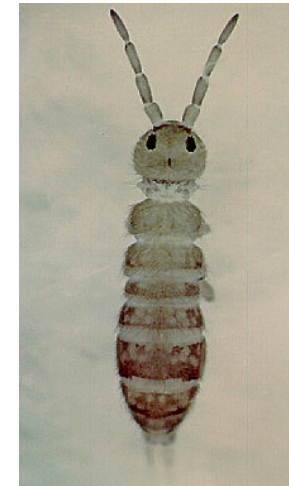


Onichiuride

Metodo QBS-collemboli

Collemboli (ordine di Insetti; 6500 specie note; 0,5-5 mm)

- Tendenza all'anoftalmia
- Allungamento ed appiattimento del corpo
- Tendenza a ridurre le appendici (antenne, zampe, furca)
- Tendenza alla depigmentazione



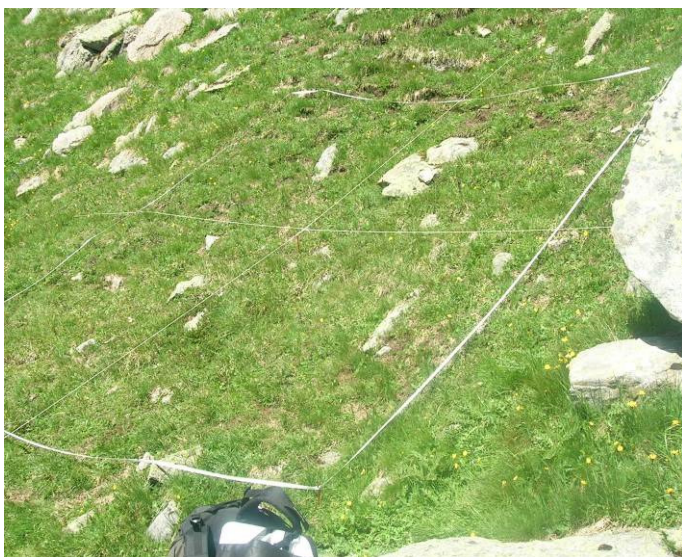
QBS-C mostra una sensibilità maggiore alle variazioni di parametri importanti in quota quali il contenuto in sostanza organica ed il regime idrico del suolo

Allestimento di aree di saggio in comunità erbacee di 4 x 4 m

- rilievo fitosociologico
- QBS (pedofauna)
- parametri pedologici (pH, tessitura, C, N)
- temperatura del suolo con data-logger
- (temperatura aria)



ANALISI DELLA MICROTHERMIA DELLA FLORA



Plot per il rilievo floristico

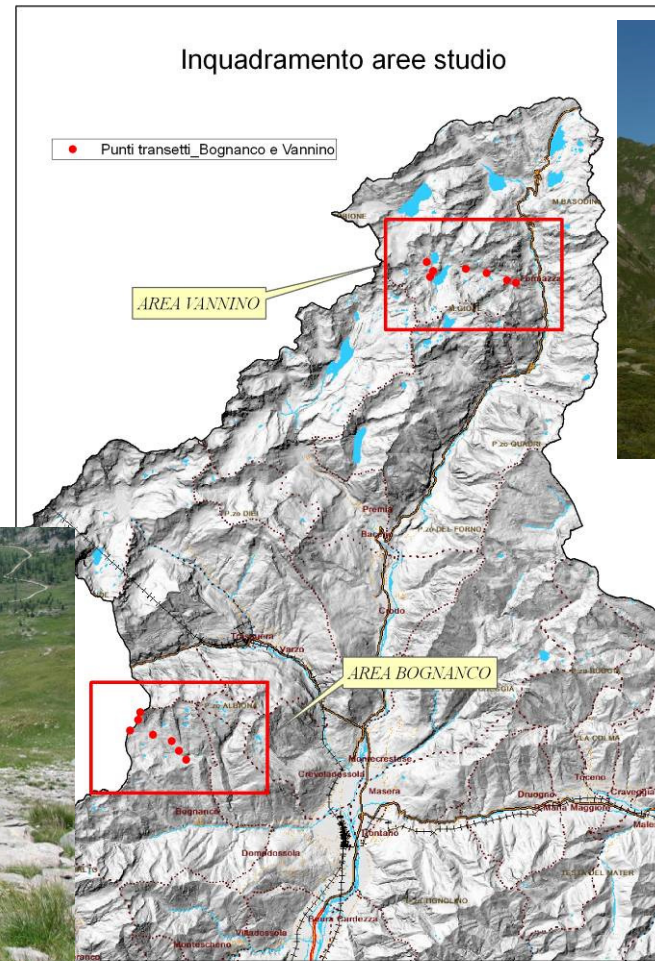
Bognanco				Vannino			
	Micr. 1 %	Micr. 2 %	Altre		Micr. 1 %	Micr. 2 %	Altre
TR1 2009	0	16,73	83,27	TR1 2009	0	24,82	75,18
TR1 2010	0	18,52	81,48	TR1 2010	0	28,90	71,10
TR2 2009	0	4,74	95,26	TR2 2009	0,49	64,80	34,71
TR2 2010	0	5,26	94,74	TR2 2010	0,66	60,53	38,81
TR3 2009	0,17	22,98	76,85	TR3 2009	2,34	93,62	4,04
TR3 2010	0	27,99	72,01	TR3 2010	2,78	92,78	4,44
TR4 2009	1,72	81,50	16,78	TR4 2009	20,63	52,06	27,31
TR4 2010	1,90	83,06	15,04	TR4 2010	21,28	49,31	29,41
TR5 2009	29,97	68,86	1,17	TR5 2009	7,49	90,50	2,01
TR5 2010	21,42	77,82	0,76	TR5 2010	7,92	91,64	0,44
TR6 2009	29,66	68,47	1,87	TR6 2009	46,33	53,67	0
TR6 2010	33,99	64,05	1,96	TR6 2010	41,58	58,42	0
TR7 2009	48,84	51,16	0	TR7 2009	46,18	53,48	0,34
TR7 2010	48,49	51,51	0	TR7 2010	46,10	53,37	0,53

Figura 1 - Copertura media dell'indice di temperatura T di Landolt delle piante erbacee

Legenda: Micr.1) piante tipiche alpine e artiche; Micr.2) piante tipiche subalpine, presenti in zona alpina anche in esposizione Sud; TR1-TR7) codice dei plot dei due transetti dal più basso (TR1, 1600 m circa) al più alto (TR7, 2600 m circa).

Gradienti altitudinali in Val d'Ossola

Allestimento di 2 serie di aree di saggio su gradiente altitudinale da 1600 a 2600 m



Vallone del Vannino (Val Formazza)



Vallone San Bernardo (Val Bognanco)

S.I.C. "ALTA VALSESIA" (MONTE ROSA)

Più alto sito Natura 2000 d'Europa
Record altitudinale di piante fanerogame sulle Alpi



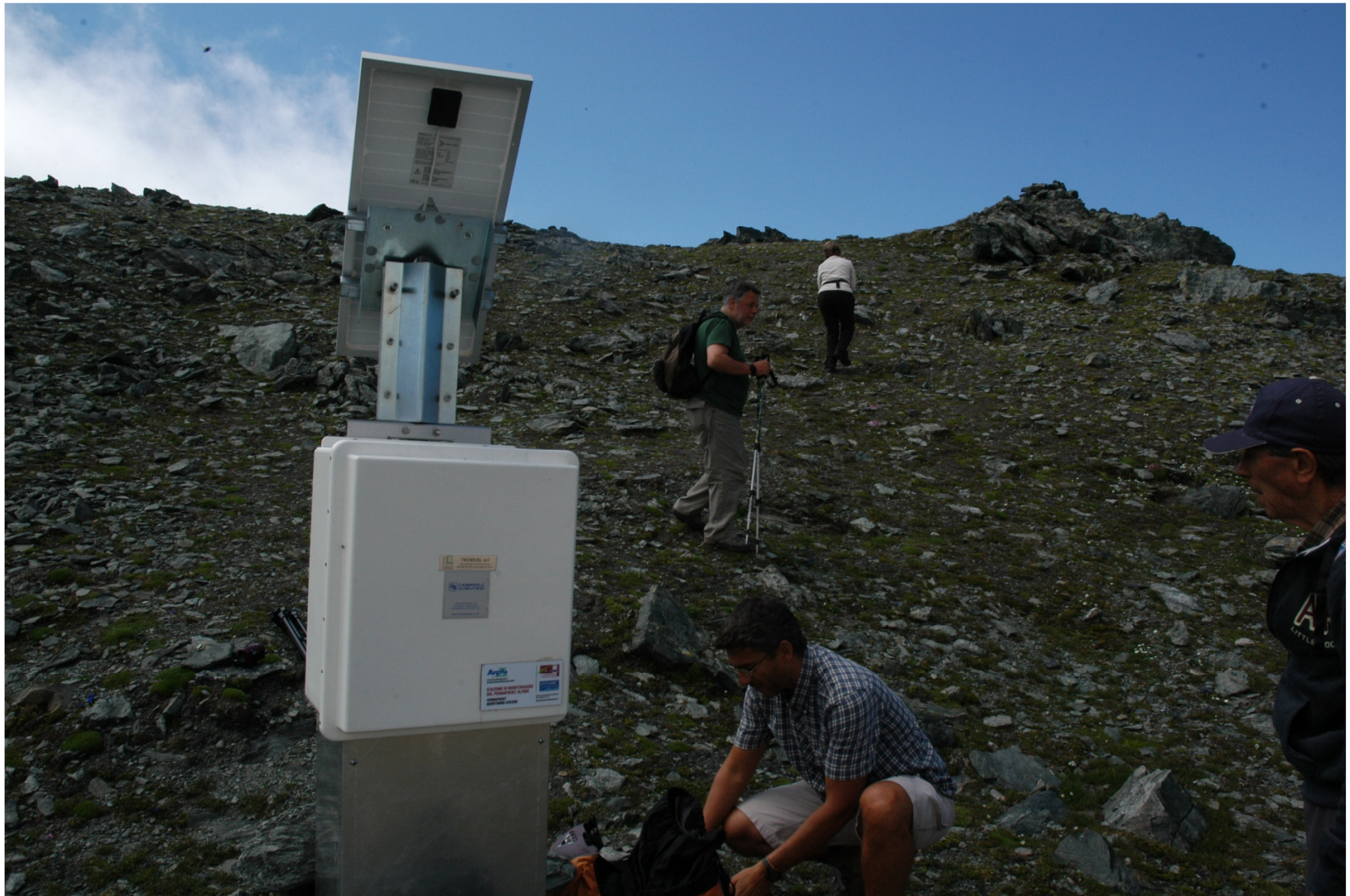
GRADIENTE ALTITUDINALE ALTIPIANO DI CIMALEGNA 2600-3000 m s.l.m.

Collaborazione con Istituto Mosso – Laboratorio
Neve e Suoli Alpini dell'Università di Torino e
Parco Alta Valsesia





Vallette nivali, riferibili al *Salicion herbaceae* (*Salicetalia herbaceae*), nelle aree di maggior accumulo e ristagno della neve



Stazione ARPA Piemonte di monitoraggio del Permafrost



5

Ente di gestione delle aree protette della Valle Sesia



Area Val Sesia e dell'Alta Val Susa



Arpa

Monte Rosa di
Alagna
VALLESESIA
ITALY



Fam. Boraginaceae

Eritrichium nanum (All.) Schrader - ERITRICHIO NANO PROTETTA

E' specie tipica delle alte vette dove si insedia tra 2500 e 3800 metri. In Valsesia è presente su Monte Rosa, Corno del Camoscio, Corno Bianco e nelle zone limitrofe. L'Eritrichio nano si confonde facilmente con il *Myosotis alpestris* (Non ti scordar di me), appartengono infatti entrambi alla stessa famiglia (Boraginaceae). Si distinguono per la pelosità delle foglie: l'eritrichio ha foglie pelose solo sulla pagina superiore; il Non ti scordar di me ha le foglie pelose su tutte due le facce.



SPECIE MARCATE NEL SENTIERO BOTANICO: *Achillea nana*, *Poa laxa*, *Silene acaulis*, *Eritrichium nanum*, *Armeria alpina*, *Carex atrata*, *Cerastium uniflorum*, *Minuartia sedoides*, *Saxifraga bryoides*, *Gentiana brachyphilla*, *Gentiana bavarica*, *Hutchinsia alpina*, *Saxifraga oppositifolia*, *Saxifraga moschata*, *S. exarata*, *Saxifraga retusa*, *S. biflora*, *Pedicularis kernerii*, *Phyteuma globularifolium*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Oxyria digyna*, *Senecio uniflorum*, *Ranunculus glacialis*, *Thlaspi rotundifolium*, *Androsace alpina*



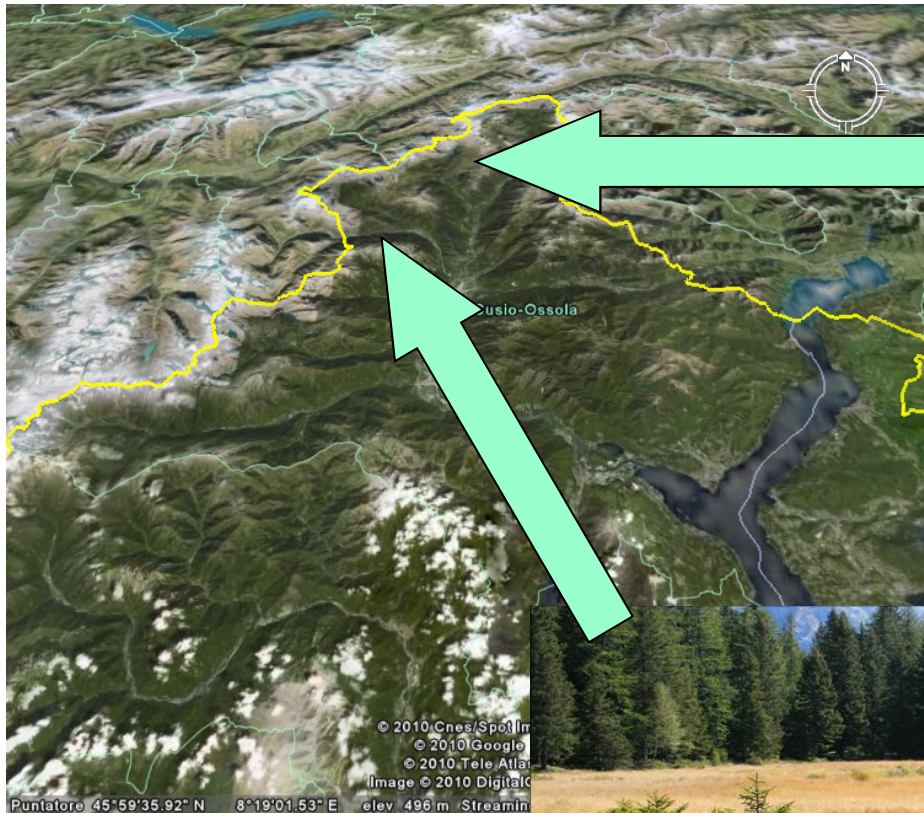
Stazione meteorologica portatile MAWS per lo studio dell'andamento meteorologico nella stagione vegetativa - Arpa Piemonte – dip. Sistemi Previsionali



MONITORAGGIO DELLE LIBELLULE IN TORBIERE
SUBALPINE E RUOLO DEGLI ODONATI COME INDICATORI
DI CAMBIAMENTO CLIMATICO

Lucia Pompilio - Arpa Piemonte

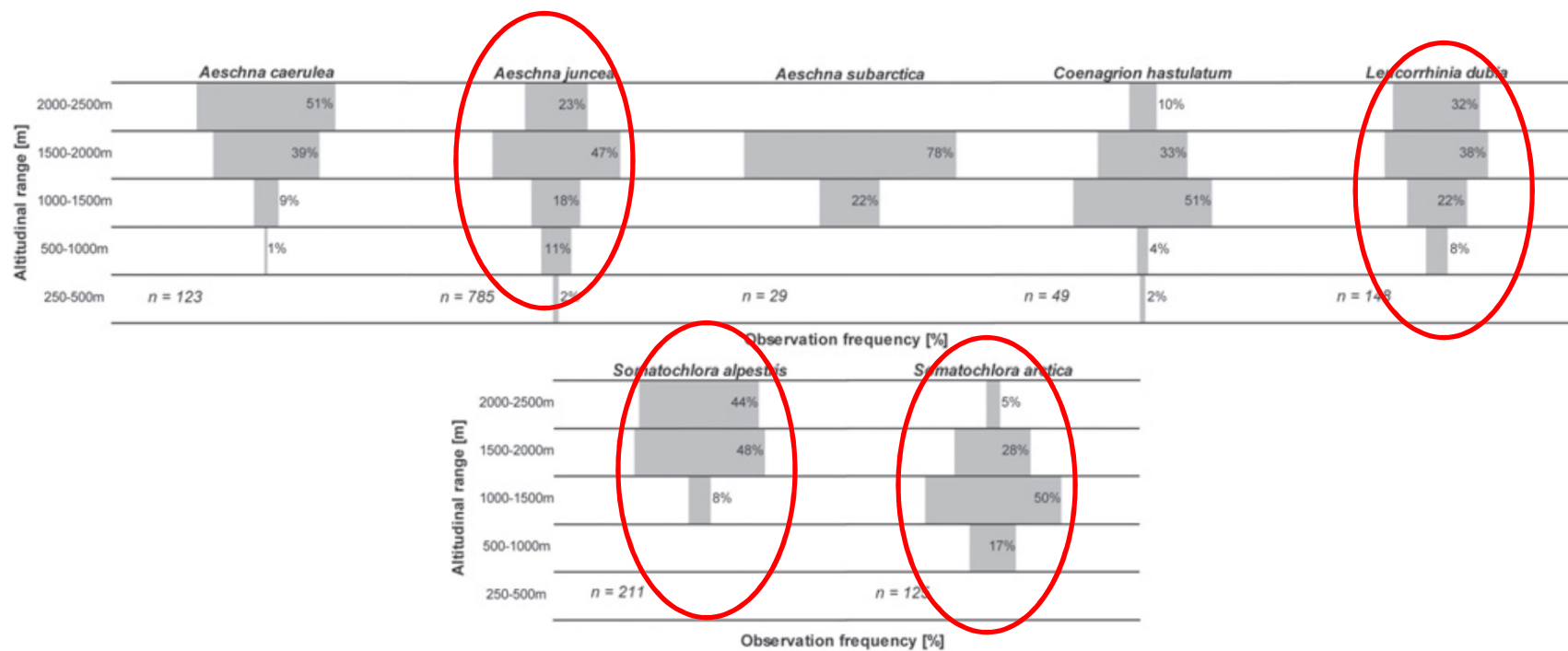
Torbiere alte attive in Val d'Ossola



La Balma (Formazza), 2050 m s.l.m., circa 0,5 ha

San Bernardo, Bognanco, 1600 m s.l.m., circa 0,5 ha





Distribuzione altitudinale in Svizzera di 7 specie stenotermiche frequentemente osservate al di sopra dei 1500 m (Oertli, 2010, Biorisk 5, 243-251)





Espansione verso Nord di specie termofile

Crocothemis erythraea



Copyright Silvano Pricoco

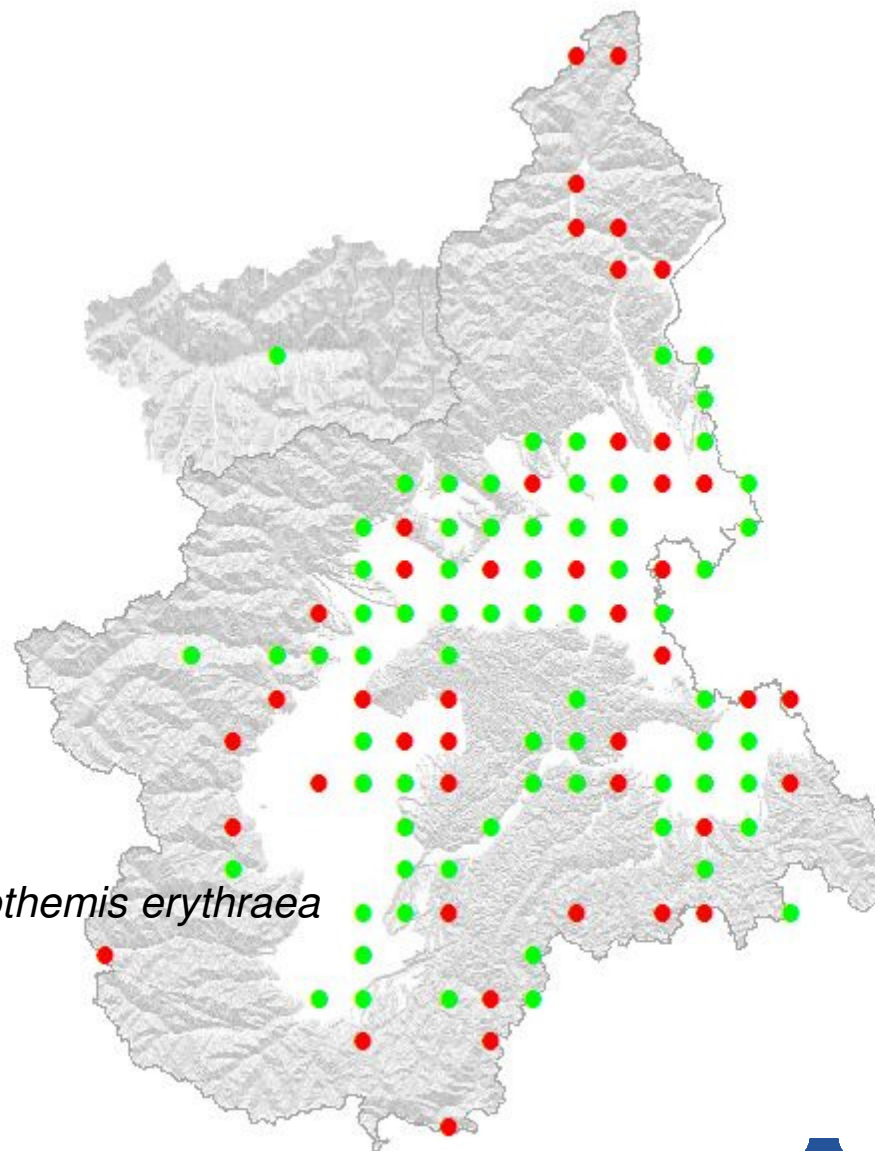
Source: www.odonata.it





Aggiornamento della distribuzione di *Crocothemis erythraea* in Piemonte e Valle d'Aosta:

- In verde: osservazioni fino al 2007
- In rosso: osservazioni dopo il 2007



Indicatori TORBIERE ALTE ATTIVE

Obiettivo del Piano d'Azione sul Cambiamento Climatico delle Alpi : *Preservare le torbiere come pozzi di assorbimento di CO₂ e come serbatoi di biodiversità*

- Superficie occupata da habitat “Torbiere alte attive”
- Presenza di flora clima sensibile (*Carex pauciflora*, sfagni)
- Presenza di fauna clima sensibile (odonati)
- Profondità della falda
- Stock di carbonio e azoto
- Flussi di CO₂
- Nitrati e ammonio nel manto nevoso
- Cationi nelle soluzioni circolanti



Carex pauciflora

Collaborazione con DBIOS Università di Torino, prof. Giorgio BUFFA

Fenologia in ambiente alpino



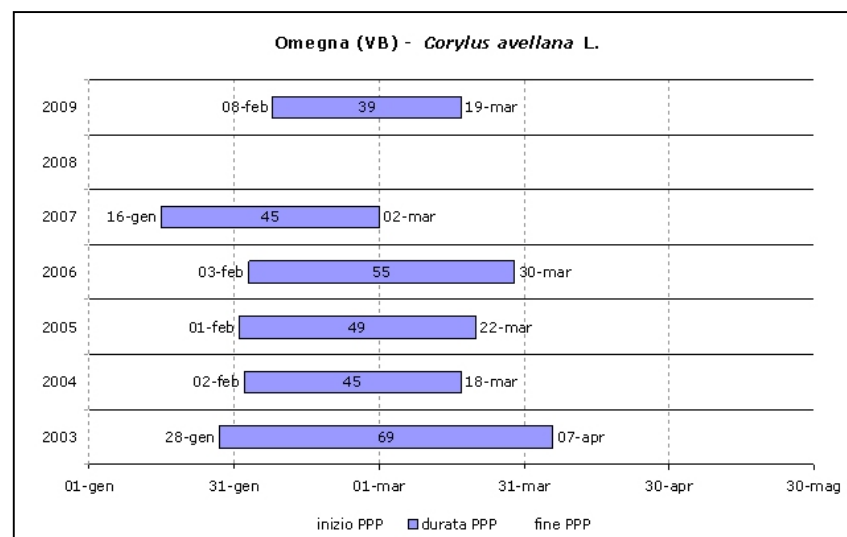
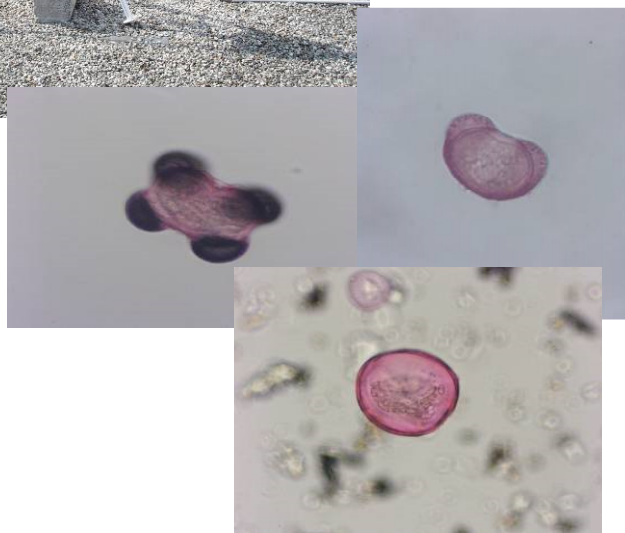
*Collaborazione con DiBIOS, dell'Università di
Torino prof. Consolata SINISCALCO
dell'Università di Torino*

Alpe Devero, Baceno (VB)

Applicazione del protocollo
PHENOALP su prateria
montana nei pressi stazione
meteo ARPA

- Fenologia riproduttiva
- Fenologia vegetativa: indici di rinverdimento, biomassa e LAI
- Rilievo fenofasi di specie erbacee

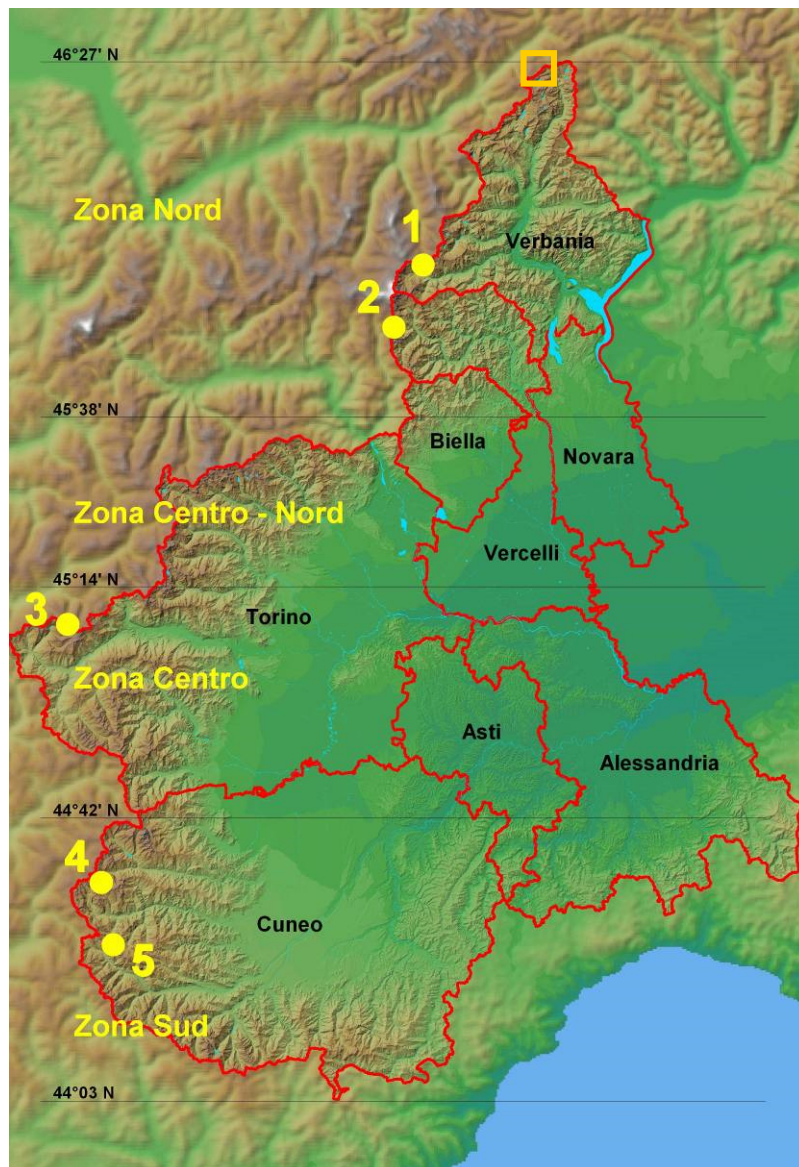
Correlazione tra dati meteorologici e pollinici



Inverno 2015-2016: anticipo di fioritura di diverse specie come *Corylus avellana* (nociolo), *Alnus glutinosa* (ontano nero). Trend di allungamento del periodo vegetativo già evidente da alcuni anni.



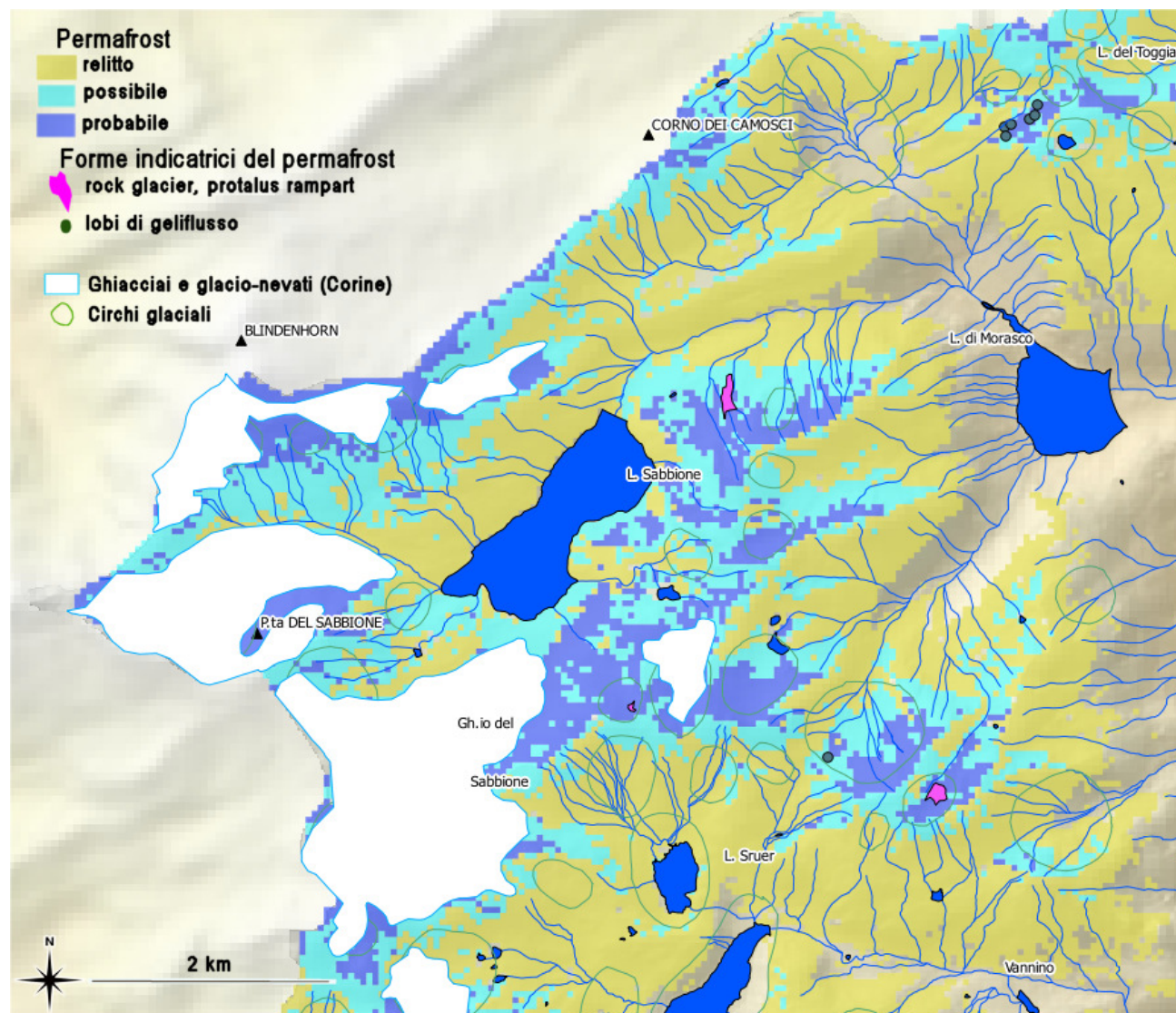
“Permanet”, rete di stazioni di monitoraggio del permafrost nelle Alpi piemontesi



La stazione consiste nel monitorare la temperatura a differenti profondità in un foro verticale nella roccia (da 10 a 100 m)

- 1 – Monte Moro Pass** (Macugnaga, VB), 2870 m slm
- 2 – Corno del Camoscio – passo dei Salati Pass** (Alagna Valsesia, VC), 3020 m slm
- 3 – Passo Sommeiller** (Bardonecchia, TO), 3000 m slm
- 4 – Passo della Colletta Pass** (Bellino, CN), 2840 m slm
- 5 – Passo della Gardetta** (Canosio, CN), 2,500 m slm
- – Sabbioni** (Formazza, VCO),

Studi periglaciali nell'area glaciale dei Sabbioni, Formazza (VB)



LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR GEOSPHERE, CRYOSPHERE ET BIOSPHERE DANS UN BASSIN ALPIN DE HAUTE ALTITUDE (BASSIN DU SABBIONE, ALPES LEPONTINES, ITALIE)

Giaccone Elisa ⁽¹⁾, Colombo Nicola ⁽¹⁾, Fratianni Simona ^(1,2), Buffa Giorgio ⁽³⁾, Paro
Luca, Rivella Enrico ⁽⁴⁾

1Université des Etudes de Turin, Département de Sciences de la Terre, Turin, Italie

2Centro di ricerca sui Rischi Naturali in Ambiente Montano e Collinare (NatRisk), Grugliasco, Italie

3Université des Etudes de Turin, Département de Science de la Vie et Biologie des Systèmes, Turin, Italie

4Agence Régionale pour la Protection de l'Environnement (ARPA) of Piemonte, Turin, Italie

1, 3



2



4



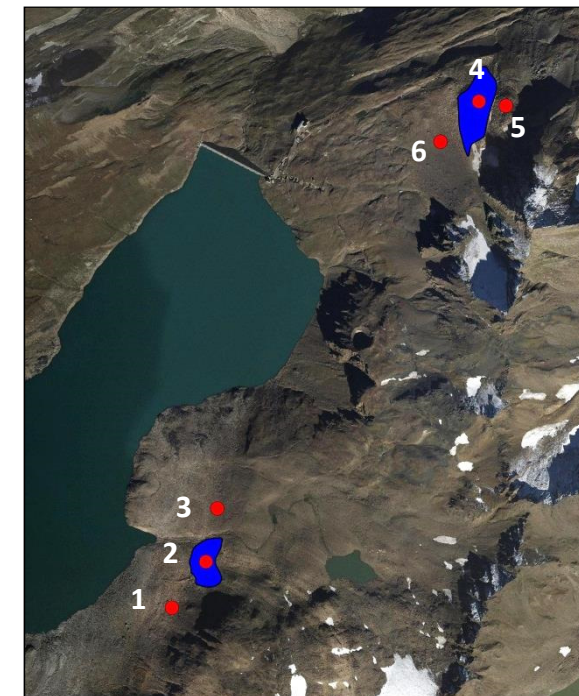
Relevés de végétation

Etude sur la phénologie de *Artemisia genipi* dans six domaines du bassin

120 individus de *A. genipi* ont été ramassés dans six sites sélectionnés. Pour chaque site 40 individus dans les **zones neutres**, 40 dans les **secteurs de dépression** et 40 dans les **zones de crêtes** ont été recueillis



Stades phénologiques de *Artemisia genipi*



Cercle rouge: zone où *Artemisia genipi* a été cueillie; polygones bleu: glaciers rocheux

Un retard phénologique chez *Artemisia genipi* a été constaté sur le corps du débris rock glacier, ce qui démontre surtout l'interférence de la micromorphologie sur la végétation ⁴¹

SORGENTI

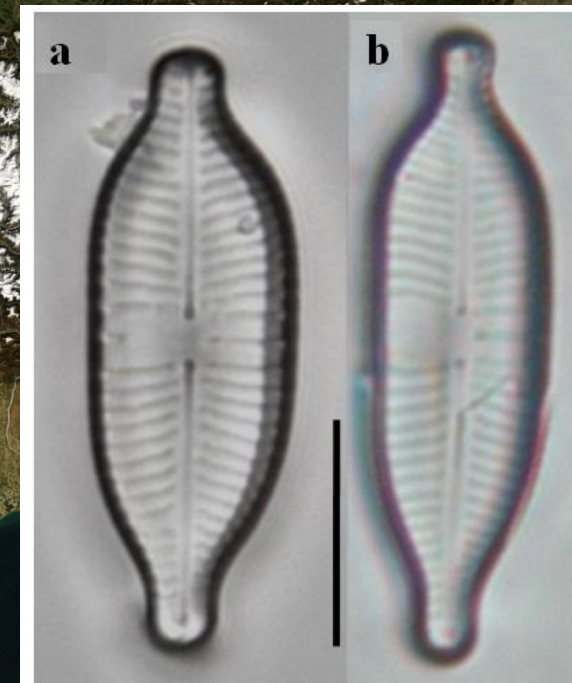
- Rappresentano isole di biodiversità in grado di ripopolare il restante territorio
- Rappresentano ambienti da un lato vulnerabili rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici, dall'altro idonei per il loro monitoraggio

Sorgente Assedras, Valdieri. Parco Alpi Marittime

Negli anni recenti sono stati condotti da ARPA Piemonte studi approfonditi sulle comunità di Diatomee in 3 aree alpine Natura 2000:

1. Alte Valli Pesio e Tanaro **30 sorgenti**
2. Alpi Marittime **60 sorgenti**
3. Gruppo del Monviso **7 sorgenti**

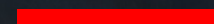
, Primo ritrovamento in Italia di *Gomphonema nathorstii*, specie rara segnalata nell'isola dell'Artide



Perché le diatomee?

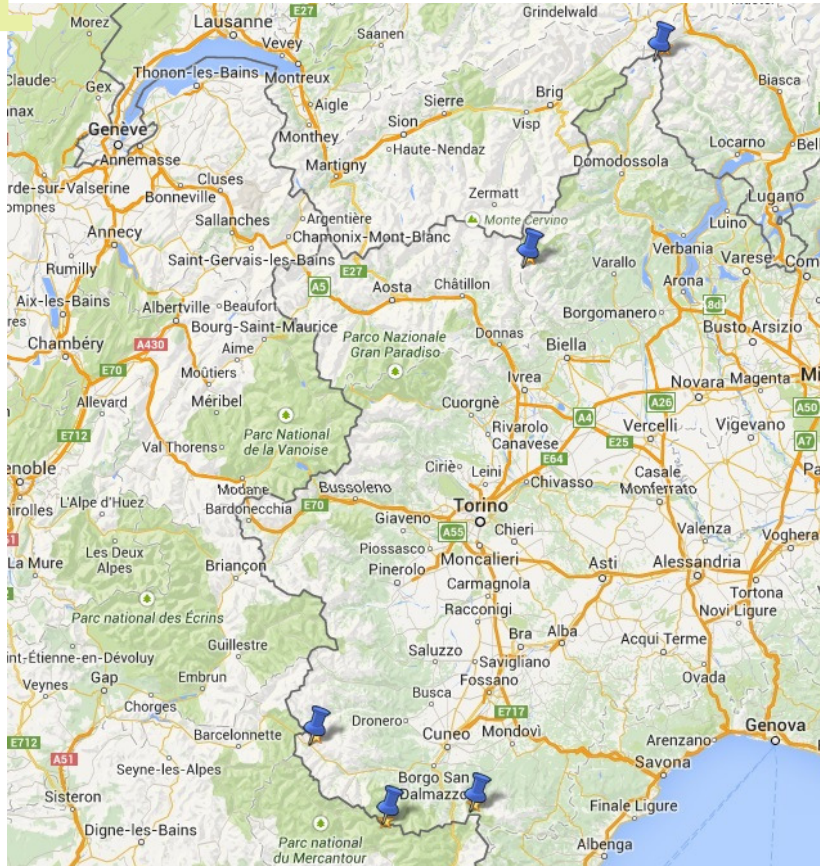
- Ubiquitarie; diffuse in amplissimi *range* altitudinali
- tassonomia e informazioni ecologiche sono relativamente ben conosciute
- Presenza di competenze in ARPA

100 km





Rete di monitoraggio di sorgenti di alta quota in settori alpini diversi



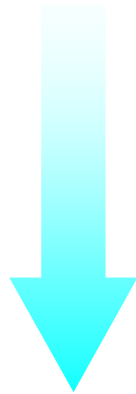
Le 5 sorgenti della rete, situate in Alta Val Formazza, Alta Valle Sesia, Alta Valle Maira, Alta Valle Gesso e Alta Valle Pesio

Componenti già rilevate dal 2014 con frequenze differenti:

- Rilevamento dettagliato dell'**habitat fisico** del tratto direttamente influenzato dalle sorgenti
- Variabili **geologiche** e **fisiche** utili per il monitoraggio del **permafrost**
- Comunità delle **diatomee bentoniche**
- Comunità delle **macrofite acquatiche** (comprese macroalghe, briofite e piante superiori)
- Comunità **zoo-bentoniche** (campionamenti distinti del **meiobenthos** e del **macrobenthos**)
- **Odonati**
- **Vegetazione igrofila** delle rive sotto l'influenza diretta delle sorgenti

Gli studi CNR ISE sui laghi alpini e il sito L.T.E.R. Laghi Paione (Val Bognanco)

Monitoraggio continuo di alcuni laghi dalla fine degli anni '70, con frequenza di campionamento variabile (da 2 a 5 campioni/anno) (Laghi Paione e Boden)



La vulnerabilità dei laghi d'alta quota li rende adatti all'utilizzo come indicatori dei cambiamenti globali, quali la deposizione di inquinanti atmosferici e le variazioni climatiche (attraverso il ritiro dei ghiacciai, la diminuzione del periodo di copertura ghiacciata del lago e di quella nevosa al suolo ecc.)



Relazione clima/fenologia avifauna migratoria

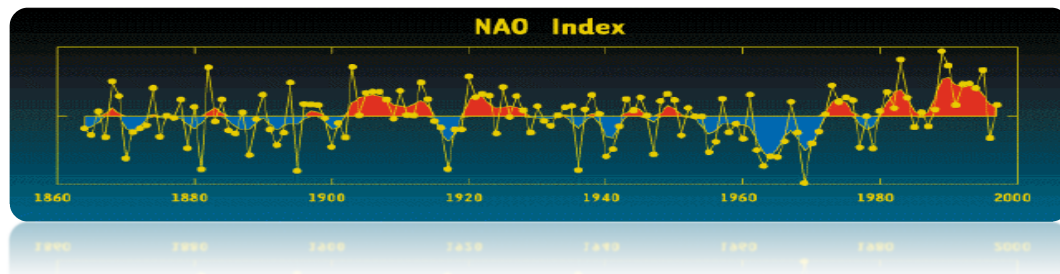
- NAO (North Atlantic Oscillation Index)
Indice mensile del NAO basata sulla differenza dei valori normalizzati della pressione a livello del mare tra **Ponta Delgada, Azorre e Stykkisholmur/Reykjavik, Islanda**



Fenologia avifauna migratoria

Dati di inanellamento decennio 2001-2010 del Centro Studi della Migrazione di Fondotoce – Verbania (Ente Parco Ticino)

- Relazione tra migrazione primaverile e indici climatici (NAO – SOI e indice di piovosità del Sahel)
- Successo riproduttivo della rondine (rapporto giovani/adulti catturati nella stagione estiva/autunnale) e correlazione con NAO primaverile



Collaborazione con DBIOS Università di Torino, prof. Enrico CAPRIO



Centro studi della Migrazione della
Riserva di Fondotoce

Bigiarella
Capinera
Cardellino
Martin pescatore
Migliarinodipalude
Passeramattugia
Passerascopaiola
Pendolino
Pettirosso
Pigliamosche
Scricciolo

MIGRATORI INTRAPALEARTICI E A LUNGO RAGGIO

Tendenza a posticipare la prima pentade di passaggio negli anni, in relazione negativa con il NAO invernale

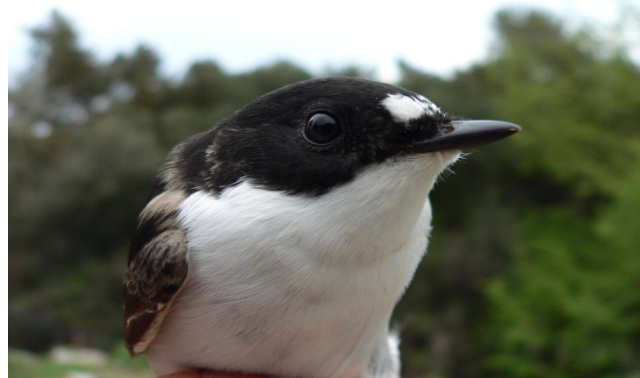
Collaborazione con DBIOS Università di Torino, prof. Enrico CAPRIO



Averla piccola
Balia nera
Beccafico
Canapino
Cannaiola verdognola
Cannareccione
Codirosso
Cutrettola gialla
Forapaglie
Forapaglie macchiettato
Lui grosso
Pettazzurro
Prispolone
Sterpazzola
Sterpazzolina
Stiaccino
Tarabusino
Topino
Usignolo

Tendenza ad anticipare l'inizio della migrazione negli anni più piovosi nella zona del Sahel e con indici NAO primaverili e invernali positivi

MIGRATORI TRANS SAHARIANI



Balia nera - *Ficedula hypoleuca*



Fig. 14. Movimenti di individui esteri ripresi in Italia (n = 100). Movements towards Italy.



Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici

- **intensificare la ricerca e gli sforzi per ridurre le incertezze sugli impatti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi e la biodiversità, identificando le lacune conoscitive;**
- **integrare l'adattamento ai cambiamenti climatici nei piani e programmi di pianificazione, gestione e protezione della biodiversità;**
- **promuovere lo scambio d'informazione e la collaborazione tra organismi competenti in settori diversi;**
- **limitare la frammentazione degli habitat ed assicurare la connettività progressiva delle aree protette e tra le Alpi e gli Appennini con speciale attenzione ai corridoi naturali.**



Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici

- **aumentare l'habitat disponibile delle specie a rischio di stress climatico proteggendo l'habitat circostante e i territori idonei più in quota;**
- **dimensionare le politiche di prevenzione e lotta contro gli incendi boschivi in funzione dei rischi indotti dai cambiamenti climatici;**
- **rafforzare i piani di monitoraggio e controllo delle specie vulnerabili, invasive, agenti infestanti;**
- **potenziare l'ampliamento delle banche genetiche e di germoplasma di specie a rischio (e.g. Rete RIBES47);**
- **introdurre le considerazioni sui cambiamenti climatici in atto e futuri nei processi di Valutazione d'Incidenza Ambientale e Valutazione Ambientale Strategica**



DEFINIZIONE DI STRATEGIE DI ADATTAMENTO DEGLI ECOSISTEMI DI MONTAGNA

(provincia di Verbania, Interreg IT-CH 2007-2013)

- Utilizzare la modellistica bioclimatica e del contenuto di carbonio organico nel suolo nella pianificazione delle risorse e valutazione dei servizi ecosistemici
- Sperimentare la conservazione *in situ* delle entità rare e/o minacciate mediante la traslocazione in habitat idonei più in quota (es *Carex pauciflora* al Vannino)
- Tutelare gli ambienti di torbiera
- Gestire le unità silvo-pastorali nell'ottica di incrementare i meccanismi naturali di assorbimento di carbonio (*carbon sink*)
- Preservare la biodiversità in generale ed evitare perdite irreversibili



Atmospheric time-series of CFC-11

