



UNIVERSITÀ DI PISA



Consiglio Nazionale delle Ricerche

UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

CICLO DI CONFERENZE

GENNAIO-APRILE 2019

IN OCCASIONE DELL'ESPOSIZIONE FOTOGRAFICA ALLESTITA
PRESSO LA GALLERIA DEI MINERALI DEL MUSEO DI STORIA NATURALE
DELL'UNIVERSITÀ DI PISA
DAL 14 DICEMBRE 2018 AL 30 APRILE 2019

DESCRIZIONE DELLE CONFERENZE





UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Mercoledì 30 gennaio alle 16.30

Che caldo in montagna! Cause e conseguenze del riscaldamento alle alte quote

Elisa Palazzi

Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR

email: e.palazzi@isac.cnr.it

Dal 1850 ad oggi la temperatura sulla Terra è aumentata in media di circa 1 °C rispetto ai livelli pre-industriali e non è poca cosa, basta guardare agli effetti che questo riscaldamento ha già prodotto. Le fluttuazioni e i cambiamenti del clima, tuttavia, non sono distribuiti in modo omogeneo sul nostro pianeta. Esistono regioni in cui i cambiamenti osservati e attesi sono più intensi e i loro effetti più significativi. Uno “hot-spot” cruciale sono le montagne, soggette a un riscaldamento fino a due volte maggiore di quello delle regioni circostanti o rispetto alla media globale. Questo ha portato a conseguenze già visibili come la rapida fusione dei ghiacciai, la diminuzione dell'estensione, durata e profondità del manto nevoso, i cambiamenti nella precipitazione che vanno dalla diminuzione di quella nevosa in favore della pioggia all'aumento dell'intensità degli eventi estremi. A questi cambiamenti del ciclo idrologico si affiancano quelli non meno importanti sulle componenti animali e vegetali degli ecosistemi di alta quota, come il loro spostamento verso quote più elevate per compensare l'aumento di temperatura e la diminuzione della biodiversità, la cui ricchezza, almeno fino a qualche decennio fa, era una caratteristica distintiva e speciale delle montagne.



Proprio per la loro sensibilità ai cambiamenti climatici e ambientali le montagne non stanno mandando dei segnali molto incoraggianti sullo stato di salute della Terra. A questo proposito, le montagne sono spesso anche definite i “termometri” del clima, in quanto osservatori naturali in cui misurare la febbre del pianeta, sia attraverso le osservazioni dirette di temperatura sia guardando gli effetti del riscaldamento, come la fusione dei ghiacciai.

In questa conferenza faremo luce sul fenomeno dell'amplificazione del riscaldamento in montagna al fine di rispondere a domande come “perché la temperatura è aumentata di più in montagna che altrove?”, “quali sono gli effetti osservati in alta quota e come si propagano a valle?”, “quali sono i rischi che dovremo affrontare e cosa possiamo fare per limitarli?” e capire insieme cosa bisogna fare per contenere il riscaldamento in atto e futuro e gli impatti attesi sugli ecosistemi e le società.



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Mercoledì 13 febbraio alle 16.30

Ecosistemi montani in un mondo che cambia

Giorgio Matteucci

Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, CNR

email: giorgio.matteucci@cnr.it

Gli ecosistemi montani, nella loro evoluzione millenaria, hanno sviluppato adattamenti alle particolari e sfidanti condizioni climatiche e sono caratterizzati da una elevata e peculiare biodiversità. Le montagne, infatti, sono sistemi esposti naturalmente alla variabilità e ad estremi climatici. Inoltre, negli ultimi decenni, le montagne italiane sono state caratterizzate da riduzioni importanti di popolazione, legate



alle mutate condizioni economiche. Questo ha determinato importanti cambiamenti nella gestione delle aree montane, con abbandono di agricoltura e pastorizia di montagna e conseguenti dinamiche di rinaturalizzazione.

Le montagne, quindi, sono tra i sistemi naturali che hanno avuto, stanno avendo e avranno in futuro importanti impatti dal cambiamento climatico e di uso del suolo. Possiamo quindi definire le montagne e gli ecosistemi montani quali “sentinelle dei cambiamenti”.

Con particolare riferimento alle foreste, il seminario presenterà le peculiarità degli ecosistemi montani, le loro dinamiche di evoluzione e adattamento, come rispondono alle condizioni montane e ai cambiamenti in corso. Verranno inoltre affrontati gli aspetti di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici e di come l'uomo possa operare per la conservazione e la gestione sostenibile di questi ecosistemi.



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Mercoledì 20 febbraio alle 16.30

L'oro blu di montagna: esempi di giacimenti acquiferi della Toscana

Marco Doveri

Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR

email: marco.doveri@igg.cnr.it

Le acque sotterranee rappresentano la principale fonte di approvvigionamento idrico dell'intero pianeta. Anche in Italia, così come in Toscana, le acque sotterranee ricoprono un ruolo fondamentale, essendo la maggior parte dei volumi idrici ad uso industriale, agricolo e potabile derivati da pozzi e sorgenti.

Particolarmente preziose sono le acque sotterranee delle aree di montagna. Gli estesi volumi di rocce qui presenti sono in grado di assorbire e far circolare al loro



interno importanti quantità di acqua di ottima qualità, in gran parte restituita alla superficie attraverso le sorgenti. Questi serbatoi naturali, chiamati acquiferi, costituiscono dei veri e propri giacimenti in grado di custodire il più pregiato "oro", quello blu, cioè l'acqua fonte di vita.

La Toscana, con la sua complessa geologia, offre rilievi collinari e montuosi costituiti da una varietà di rocce con diverso grado di permeabilità ed in cui si sviluppano sistemi acquiferi sede di significativi corpi idrici. Tra i più importanti sono da ricordare gli acquiferi ospitati nelle rocce carbonatiche delle Alpi Apuane (Toscana settentrionale) e quelli delle rocce vulcaniche del Monte Amiata (Toscana meridionale), drenati da sorgenti con portate medie di oltre 5 e 2 m³/s, rispettivamente. Questi, ed altri sistemi acquiferi dei rilievi toscani, forniscono acqua, attraverso gli acquedotti, a decine di migliaia di abitanti. Inoltre, parte delle loro risorse idriche sono trasferite naturalmente a torrenti e fiumi che poi raggiungono le pianure e/o agli acquiferi ghiaiosi e sabbiosi che si sviluppano ai piedi dei rilievi montuosi e che sono ampiamente sfruttati attraverso i pozzi. È ad esempio il caso degli importanti acquiferi pedemontani della media valle dell'Arno (zona Firenze-Prato-Pistoia), di quelli della piana di Lucca o di quelli della fascia che corre lungo i Monti Pisani.

Di questo e tanto altro si parlerà durante la conferenza: "come le acque si muovono nelle fratture o nelle cavità carsiche delle rocce?" e "come la loro qualità e le loro caratteristiche chimiche possono essere influenzate?". Verrà mostrato inoltre con quali strumenti i ricercatori studiano le "acque invisibili" immagazzinate negli acquiferi montani e si discuterà di come i cambiamenti climatici e le attività antropiche possono minacciare questa preziosa risorsa, così come di quali accorgimenti possiamo e dobbiamo mettere in pratica per salvaguardarla e mantenerla disponibile anche per le generazioni future.



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Venerdì 1 marzo alle 16.30

Che fine hanno fatto le praterie? Riscaldamento globale tra pascoli e boschi

Olga Gavrichkova

Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, CNR

email: olga.gavrichkova@cnr.it

Nei contesti geografici italiani, le praterie montane sono il risultato della sinergia tra le condizioni climatiche locali e le attività antropiche millenarie legate alle pratiche agro-zootecniche e alla caccia. La pratica, diffusa soprattutto nelle regioni alpine, che da sempre contribuisce al mantenimento di queste aree, contrastando l'avanzamento



delle specie forestali, è l'*alpeggio*. Questa attività secolare viene tipicamente svolta da fine maggio a metà settembre e prevede la transumanza estiva del bestiame dalla pianura fino a quote di 1000 - 2500 metri, al fine di sfruttare i pascoli montani estivi e irrobustire il bestiame.

La naturalizzazione di questi habitat ha contribuito ad accrescere il valore paesaggistico ed ecologico del paese, incrementando la biodiversità per il numero elevato di specie che ospitano, molto rare e protette dalle vigenti normative internazionali e nazionali. Inoltre, se ben gestite, le praterie montane risultano molto produttive poiché sequestrano carbonio, specialmente nel suolo, esercitando così un importante ruolo anche nella mitigazione degli effetti di origine antropica sul clima. Infine, un alpeggio ben fatto porta notevoli vantaggi agli animali al pascolo in termini alimentari e di salute, ottimizzando così la qualità dei prodotti caseari.

Nell'ultimo secolo stiamo assistendo però al graduale fenomeno dell'abbandono delle aree destinate all'agricoltura e al pascolo in montagna, con conseguente espansione dei boschi. In questo seminario parleremo dell'alpeggio e affronteremo i rischi legati all'abbandono di questa pratica come ad esempio il maggior uso di mangimi importati, i rischi di inquinamento, la perdita di paesaggi e di biodiversità, le emissioni di carbonio accumulato nel suolo, l'aumento nell'uso dei combustibili fossili e, infine, la perdita di produzioni casearie.



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Mercoledì 6 marzo alle 16.30

Mangia o è mangiato? chi la spunterà? storie di prede e predatori in ambiente montano

Giovanni Amori

Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, CNR

email: giovanni.amori@uniroma1.it

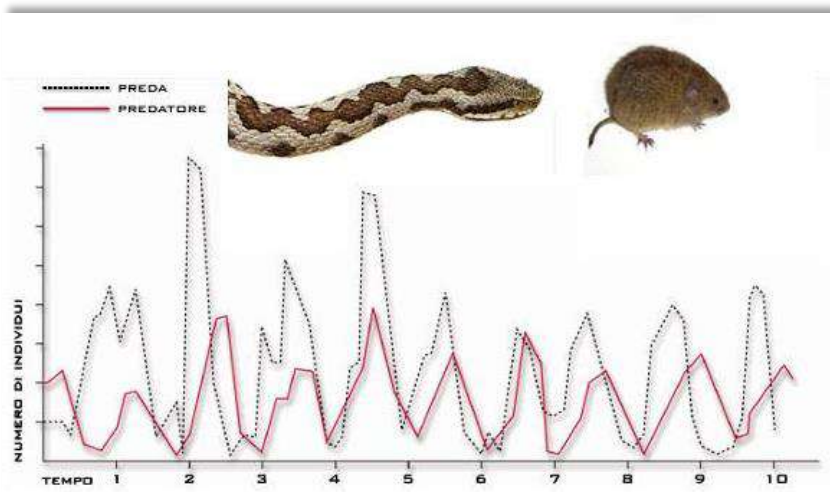
La storia evolutiva delle specie animali e vegetali è stata profondamente influenzata dai cambiamenti climatici. Per esempio, le ere glaciali hanno influenzato la distribuzione di molte piante e animali, e in Europa le specie meno adattate sono scomparse e altre hanno trovato rifugio spostandosi a sud lungo le tre penisole mediterranee.

Inoltre, la contrazione e l'espansione ripetute degli areali di molti organismi, ha portato all'instaurarsi di differenze e di adattamenti del genoma, con la conseguente formazione di nuove specie.

Tuttavia, le estinzioni o la perdita di biodiversità dei mammiferi iniziarono nel tardo Pleistocene e all'inizio dell'Olocene (circa 11700 anni fa) dove alcune specie (ad esempio il Rinoceronte lanoso *Coelodonta antiquitatis*, l'Orso delle caverne *Ursus spelaeus*, il Megalocero o il Cervo gigante *Megaloceros giganteus*) scomparvero principalmente a causa dei cambiamenti climatici e l'uomo giocò un ruolo marginale nelle loro estinzioni.

Un gran numero di specie, invece, si estinse come conseguenza delle attività umane e più precisamente quando l'uomo iniziò a stabilire i primi insediamenti umani, circa nel VI millennio a. C. In quel periodo, l'uomo passò da uno stile di vita nomade ad uno agricolo. Da allora, le attività umane furono considerate la principale causa delle estinzioni come conseguenza della caccia eccessiva, dell'introduzione di malattie, della distruzione dell'habitat e dell'introduzione di specie esotiche.

Quindi i cambiamenti climatici impattano sulle singole specie animali e vegetali, ma possono modificare anche gli ecosistemi e tutte le componenti che ne fanno parte. Tra queste verranno analizzate quelle relative a un sistema di preda-predatore di piccoli mammiferi e vipere nelle aree montuose d'Italia. Attraverso dei modelli predittivi climatici sarà possibile vedere le eventuali modificazioni delle future distribuzioni nel 2020, 2050 e 2080 per l'Italia di due specie di rettili predatori (il marasso *Vipera berus* e la vipera dell'Orsini *Vipera ursinii*) e delle loro prede, due piccole specie di mammiferi (l'Arvicola delle nevi *Chionomys nivalis* e il toporagno alpino *Sorex alpinus*). Questi scenari dimostrano come il cambiamento di areale delle prede delle vipere potrebbero causare alcuni effetti a cascata sul delicato sistema preda-predatore. Inoltre, questo approccio può essere di grande valore perché potrebbe descrivere, sotto le minacce dei cambiamenti climatici, i veri scenari ecologici in cui le prede sono legate ai loro predatori e viceversa.





UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Mercoledì 13 marzo alle 16.30

Animali nel mirino: percezione in fotografia naturalistica

Nicola Destefano

Ibex Fotonatura

email: info@nicoladestefano.it

Negli anni 2000 abbiamo assistito a una vera e propria esplosione di vendite di fotocamere digitali. Nel 2000 erano 10 milioni, 10 anni dopo oltre 140 milioni. Negli ultimi anni il mercato ha subito una leggera frenata e sono inoltre cambiate le esigenze e le preferenze degli utenti (le mode dettate dalle case produttrici e dai media), ma il segmento di mercato dei sistemi più avanzati, reflex su tutti, ha tenuto ed è rimasto pressoché invariato.



In questi anni molti appassionati di fotografia si sono quindi ritrovati con costose armi tecnologiche tra le mani, forse un po' impreparati e a corto di idee o soggetti da fotografare. Le soluzioni?

Una di queste è stata inequivocabilmente rappresentata dalla fotografia di "soggetti di natura". L'immaginario collettivo è colpito dal mito del fotografo avventuriero della National Geographic visto in tanti documentari o su riviste patinate, dalla voglia di avventura e affrancamento da una vita sedentaria. Questo si traduce in uscite fuoriporta per evadere dal grigiore delle città o degli uffici, mentre i più fortunati si concedono un viaggio in una località lontana, esotica. Altre due spinte motivazionali sono: l'appagamento dei sensi che si avvera attraverso l'osservazione e il contatto (o la sua sensazione) con la *wilderness* e la *wildlife* e l'esibizione di "trofei", più o meno "wild", a parenti e amici reali o virtuali che siano, millantando spesso imprese e gesta eroiche che hanno visto proprio l'autore recitare il ruolo del protagonista solitario e impavido.

Ma la fotografia cosa è? E quella naturalistica?

Si traduce in questo? In uno scatto a un soggetto "naturale" condiviso sui social?

Durante questa conferenza si cercherà di spiegare cosa sia il linguaggio fotografico e per cosa stia l'epiteto "naturalistico" associato a questo. Non esistono definizioni univoche, assolute e universali. Ma al termine della chiacchierata si avrà la possibilità di arrivare a conclusioni comuni e condivise.

Tratteremo in particolare dell'importanza iconografica nella comunicazione e nella divulgazione. La breve presentazione spazierà dall'antica definizione di estetica intesa come percezione attraverso la mediazione dei sensi alla preoccupante attualità di immagini e notizie *fake*, passando rapidamente attraverso gli studi pionieristici di Yarbus realizzati negli anni '60 del secolo scorso. Altro argomento cardine sarà quello dedicato alle regole di base della composizione, regole condivise in tutte le discipline figurative dalla pittura al cinema, dall'advertising all'impaginazione di un libro. Del resto il nostro modo di vedere il mondo e di rappresentarlo è quanto ci caratterizza di più come specie, poiché l'uomo ragiona per percezioni. Visive.



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Venerdì 22 marzo alle 16.30

Animali fantastici e dove trovarli: gli ostracodi delle sorgenti montane

Giampaolo Rossetti

Università di Parma

email: giampaolo.rossetti@unipr.it

Gli ostracodi sono crostacei di piccole dimensioni il cui corpo, caratterizzato da compressione laterale e segmentazione poco evidente, è racchiuso in un carapace bivalve. Sono probabilmente il gruppo più diversificato tra i crostacei, sebbene vi sia un'ampia discrepanza nelle stime del numero di specie esistenti a scala globale. Si trovano in ambienti di acque interne e marini, in habitat interstiziali e sotterranei e persino in ambienti semi-terrestri. Sono importanti organismi modello per gli studi evolutivi, perché combinano un'eccellente e lunghissima documentazione fossile con

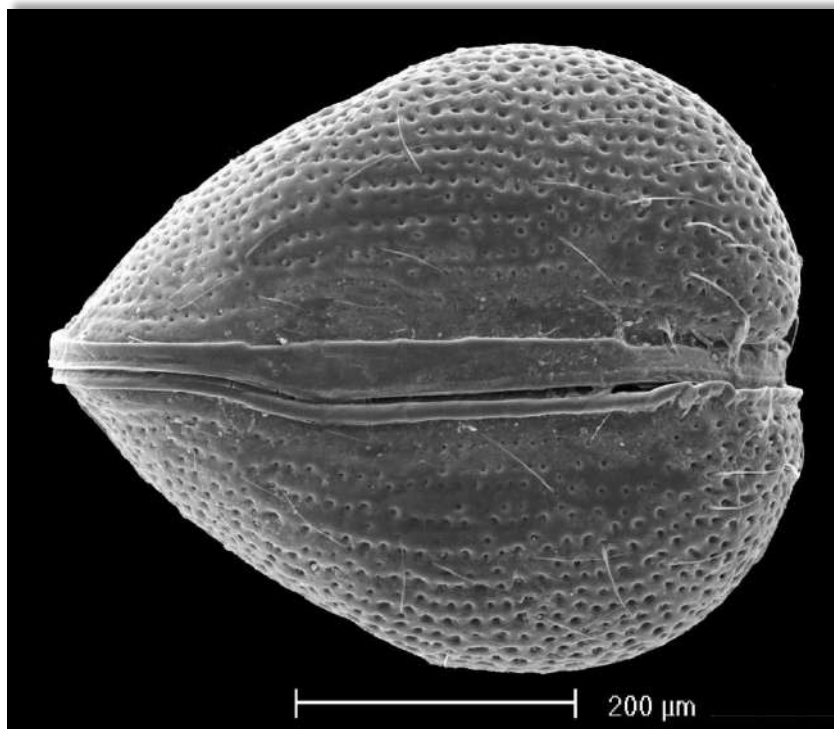


Foto al microscopio elettronico a scansione del carapace di una femmina adulta di Metacypris cordata, un ostracode di acque dolci.

un'ampia distribuzione delle forme attuali. Nonostante la loro grande diffusione, gli ostracodi non marini recenti hanno in genere ricevuto poca attenzione da parte degli scienziati, soprattutto a causa di difficoltà relative alla loro classificazione tassonomica. Anche le caratteristiche ecologiche degli ostracodi sono ancora in gran parte sconosciute, sebbene questi organismi siano stati più volte proposti come potenziali indicatori di qualità ambientale.

In questo incontro potremo scoprire alcune sorprendenti caratteristiche degli ostracodi (cicli vitali, modalità riproduttive, strategie di dispersione, ecc.), facendo soprattutto riferimento alle specie rinvenute in sorgenti montane nel corso di studi condotti negli ultimi anni. Questi ecosistemi, spesso di piccole dimensioni e molto fragili, ospitano una fauna altamente diversificata e, frequentemente, anche forme endemiche. Purtroppo le sorgenti montane sono sempre più minacciate da impatti antropici diretti e indiretti, come cambiamenti nei cicli idrologici, inquinamento delle acque ed alterazione fisica della struttura dell'habitat. Tali impatti mettono a repentaglio la persistenza delle comunità insediate in questi ambienti, rendendo quindi necessarie azioni di conservazione e restauro per salvaguardare l'incredibile biodiversità, forse poco appariscente ma sicuramente molto importante, associata alle sorgenti montane.



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Venerdì 29 marzo alle 16.30

Itinerari glaciologici sulle montagne italiane: un paesaggio in rapida evoluzione

*Carlo Baroni
Università di Pisa
email: carlo.baroni@unipi.it*

Oltre novecento ghiacciai sono distribuiti tra le Alpi Marittime (a ovest) e le Alpi Carniche (a est), mentre gli Appennini ospitano il solo Ghiacciaio del Calderone, sul Gran Sasso. Le guide recentemente pubblicate dalla Società Geologica Italiana in collaborazione con il Comitato Glaciologico Italiano presentano ventidue itinerari glaciologici che si affrontano con tempi di percorrenza anche di alcuni giorni e, a tratti, richiedono un certo impegno escursionistico.



Le guide ci accompagnano in un mondo in rapida evoluzione, essendo ben noto che i ghiacciai sono sottoposti in tutto il mondo a una riduzione accelerata sia areale sia volumetrica. Questo comportamento dei ghiacciai rappresenta una delle più chiare evidenze degli effetti del riscaldamento globale che il nostro pianeta sta subendo. Il continuo regresso dei ghiacciai alpini dalla metà del XIX secolo è ben documentato dalle lunghe serie di misure raccolte annualmente dal Comitato Glaciologico Italiano accompagnate da una documentazione fotografica di grande interesse per la comprensione degli effetti del cambiamento climatico in atto nelle zone di alta quota. Queste aree un tempo erano visitate solo da ricercatori e alpinisti, ma oggi sono sempre più frequentate da escursionisti e appassionati della Montagna che, in numero sempre maggiore, sono interessati a capire cosa stia accadendo al nostro Pianeta. La conferenza guiderà gli appassionati della montagna e quanti comunque interessati in alcuni itinerari nel mondo dei ghiacciai italiani e dei paesaggi d'alta montagna.

[\(http://www.glaciologia.it/glaciological-fieldtrips-italian-mountains/\)](http://www.glaciologia.it/glaciological-fieldtrips-italian-mountains/)



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Mercoledì 3 aprile alle 16.30

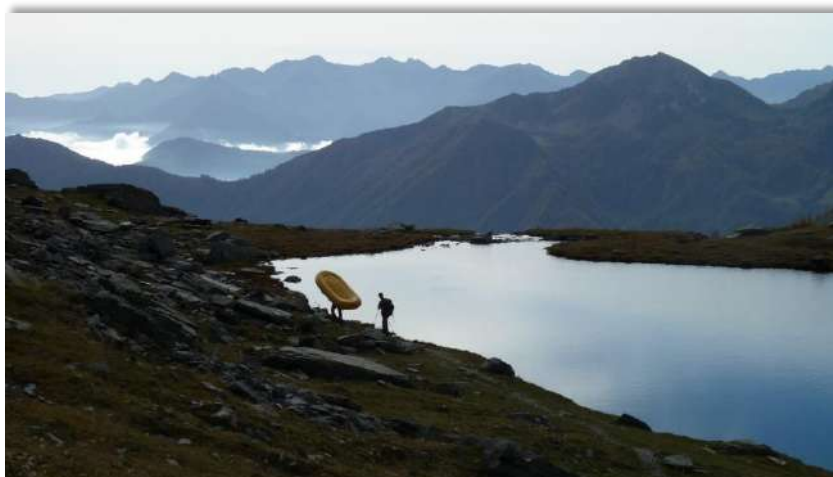
I laghi montani, specchi dei cambiamenti globali

Michela Rogora & Andrea Lami

Istituto di Ricerca sulle Acque, CNR

email: andrea.lami@cnr.it; michela.rogora@irsa.cnr.it

Assodato che il cambiamento climatico è in corso, e che le aree montane sono tra le aree geografiche più sensibili, molte sono ancora le incertezze sulla risposta da parte degli ecosistemi, in particolare quelli acquatici. Questi ambienti, come emerso sia dall'analisi delle serie storiche di dati, sia da indagini paleolimnologiche, mostrano risposte al



cambiamento climatico più complesse e diversificate rispetto a quelle degli ambienti terrestri. I meccanismi di reazione, infatti, sono spesso non lineari e non attribuibili a una semplice relazione causa-effetto.

Nel seminario si discuteranno esempi o casi di studio che mettono in evidenza come le comunità che vivono negli ambienti acquatici d'alta quota abbiano strutture e caratteristiche peculiari e come queste strutture siano influenzate e rispondano agli impatti dei cambiamenti climatici. Si mostreranno inoltre esempi di come le caratteristiche di questi habitat, ad esempio il chimismo delle acque o i livelli dei nutrienti, stiano già variando in risposta ad una serie di fattori quali l'aumento di temperatura, la diminuzione della copertura di neve al suolo o la degradazione della criosfera.

Per valutare in modo appropriato quale sarà l'evoluzione di questi fragili ecosistemi nel prossimo futuro è necessario aumentarne la conoscenza sia spaziale che temporale, in modo da poter discriminare il contributo tra fattori locali o globali e tra fattori antropici o naturali. In questo contesto gli ambienti acquatici delle Terre Alte possono dare un contributo significativo alla comprensione degli impatti dei cambiamenti climatici.



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Venerdì 5 aprile alle 16.30

I ghiacciai delle Alpi italiane: un tema caldo di grande attualità

Maria Cristina Salvatore

Università di Pisa

email: mariacristina.salvatore@unipi.it

I ghiacciai sono tra gli elementi del paesaggio naturale che maggiormente caratterizzano l'ambiente di alta montagna e da sempre affascinano gli escursionisti e gli amanti della montagna.

I ghiacciai delle Alpi Italiane, che attualmente interessano una superficie di circa 340 km², sebbene rappresentino una frazione estremamente ridotta dell'intera criosfera, rivestono un ruolo



rilevante in quanto costituiscono una importante riserva di acqua dolce, utilizzabile per usi agricoli, civili e industriali. Nel nostro Paese, della totalità dell'energia elettrica prodotta, una significativa parte deriva dallo sfruttamento di risorse idriche. Oltre alla loro rilevanza in termini economici in quanto importante riserva di acqua dolce, i ghiacciai rivestono un ruolo importantissimo dal punto di vista scientifico, in quanto indicatori delle variazioni climatiche sia attuali sia del passato. Infatti, i ghiacciai alpini sono sensibili indicatori ambientali che reagiscono ai cambiamenti climatici, in

particolare alla temperatura estiva e alle precipitazioni invernali, modificando la loro dimensione e forma come conseguenza delle variazioni del loro bilancio di massa. A partire dalla seconda metà del 1800, dopo la massima avanzata olocenica avvenuta durante la Piccola Età Glaciale, i ghiacciai delle Alpi hanno subito un progressivo marcato ritiro, interrotto da brevi pulsazioni positive: la contrazione dei ghiacciai e l'arretramento dei loro fronti è ancora in atto e risulta accelerato negli ultimi decenni. Questo importante patrimonio naturale sta rapidamente scomparendo: tra la fine del XIX secolo e la fine del XX secolo i ghiacciai delle Alpi italiane hanno perso oltre il 50% della loro massa. Questo valore è destinato ad aumentare ulteriormente: si prevede che per la fine del 21° secolo oltre il 75% del volume dei ghiacciai sia destinato a perdersi.



UNA MONTAGNA DI VITA

Ecosistemi d'alta quota e cambiamenti climatici

Mercoledì 17 aprile alle 16.30

Gli alberi, testimoni silenti del clima che cambia

Riccardo Cerrato

Università di Pisa

email: riccardo.cerrato@for.unipi.it

L'attuale aumento delle temperature medie globali ad una velocità mai registrata in precedenza è un'evidenza ben documentata. Tuttavia, la conoscenza delle variazioni climatiche del passato è fondamentale per meglio comprendere il cambiamento in atto. Questa necessità è cruciale soprattutto nelle aree montane, dove l'effetto del riscaldamento climatico è amplificato e induce un accelerato ritiro dei ghiacciai. L'utilizzo di indicatori (proxy) climatici, come ad esempio



l'ampiezza degli anelli degli alberi, offre importanti strumenti per definire le dinamiche ambientali sia in siti remoti, difficilmente raggiungibili in passato, sia per periodi storici per i quali non esistono evidenze dirette di precipitazioni e/o temperature. La dendrocronologia, infatti, attraverso la sua capacità di assegnare ad ogni singolo anello all'interno di un tronco uno specifico anno, ci permette di ricostruire, con un certo margine di incertezza, quali siano state le condizioni climatiche che hanno influenzato una data area negli ultimi secoli in maniera indiretta.

Nello specifico, la cronologia del larice nelle Alpi Retiche ci racconta come sono cambiate le temperature medie estive negli ultimi seicento anni. Infatti, l'ampiezza anulare e l'ampiezza del legno primaticcio sono risultate essere influenzate dalle temperature di giugno mentre l'ampiezza del legno tardivo è maggiormente influenzata dalle temperature medie di luglio. Tuttavia, tutte le serie analizzate sono risultate altamente correlate con le temperature medie di giugno-luglio ma soprattutto di giugno-luglio-agosto.

Gli alberi di "Bosco Antico" in Val di Sole, ad esempio, evidenziano come negli ultimi seicento anni le temperature abbiano subito oscillazioni tra -2.3 e +1.9 °C rispetto alla media del periodo 1960–90 (equivalenti a temperature medie di 6.2 e 10.4 °C alla quota del sito). La fase più fredda è registrata tra gli anni 10 e 20 del 1800 e sottolinea la pulsazione più vigorosa della Piccola Età Glaciale; altre fasi di anomalie negative sono registrate nella prima metà del XVII secolo, intorno al 1700, intorno al 1900 e durante gli anni '70 dello stesso secolo. A partire dal 1970, infatti, i larici stanno sperimentando un periodo di sempre maggiore crescita, indice di benessere per loro, ma anche evidenza di una sempre maggiore temperatura media per chi sa leggere la storia scritta al loro interno.