

Adattamento ai cambiamenti climatici: il ruolo trascurato degli ecosistemi

La gravità dei cambiamenti climatici in atto richiede adeguate misure di mitigazione e di adattamento. Finora le misure di adattamento si sono concentrate sulle cosiddette *hard structures* (dighe, invasi ecc.), mentre sono state trascurate le misure *ecosystem-based*, ossia le azioni rivolte ad una gestione sostenibile del territorio attraverso interventi di conservazione, recupero e restauro dei servizi ecosistemici. Diversi casi degni di esempio dimostrano che questo approccio, mirato al rafforzamento della resilienza e alla riduzione delle vulnerabilità della biodiversità ai cambiamenti climatici, sia più efficace e allo stesso tempo economicamente più conveniente

DOI 10.12910/EAI2014-61

■ Lorenzo Ciccarese, Stefania Mandrone, Piera Pellegrino, Chiara Vicini

Introduzione

Il primo volume del quinto rapporto di valutazione dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* conferma la tendenza all'aumento della temperatura media della superficie terrestre: questa era pari a 14,15° C nel 1880 e ha raggiunto 15 °C nel 2012. Gli andamenti climatici sono sempre più violenti e sempre meno prevedibili (IPCC, 2013). L'intensità degli eventi estremi, incluse le ondate di calore, gli uragani e le piogge torrenziali, è aumentata in molte regioni del pianeta. Tra il 1901 e il 2012 il livello degli oceani è aumentato di 19 cm. L'acidità

delle acque oceaniche è cresciuta, portando un serio rischio alle barriere coralline.

La causa principale del cambiamento climatico è per l'IPCC chiara: il crescente accumulo in atmosfera di gas serra, quali l'anidride carbonica (CO₂), l'ossido d'azoto (N₂O), il metano (CH₄) e altri gas d'origine industriale¹. Dall'inizio della rivoluzione industriale ad oggi la concentrazione di CO₂ atmosferica è cresciuta da 280 a 398 parti per milione (ppm). Nel periodo 1995-2013, il tasso di crescita della CO₂ atmosferica è stato pari a 2 ppm l'anno, il più alto da quando sono iniziate le misure dirette in continuo dell'atmosfera. L'accumulo in atmosfera dei gas serra è prevalentemente causato dall'azione umana ed è legato per il 75% alla combustione delle fonti fossili d'energia e alla produzione

di cemento che, nel corso del decennio 2000-2010, sono stati causa dell'immissione in atmosfera di 30 miliardi di tonnellate di anidride carbonica l'anno. La parte restante dell'incremento deriva dalla trasformazione d'uso del suolo (principalmente da foreste ad altre forme d'uso), dalla degradazione delle foreste e dall'evoluzione delle pratiche agricole.

Per il futuro gli scenari prospettati dall'IPCC sono poco rassicuranti. I trend della popolazione e dei consumi di risorse naturali (incluse le fonti fossili di energia) potrebbero aggiungere altri 2000 miliardi di tonnellate di CO₂ entro il 2050, con possibili ulteriori effetti sulla temperatura media terrestre. Gli esperti dell'IPCC sono convinti che – qualora le emissioni globali di gas serra mantengano l'attuale livello – la temperatura media

■ Lorenzo Ciccarese, Stefania Mandrone, Piera Pellegrino, Chiara Vicini
ISPRA, Difesa della Natura



globale possa aumentare di 2-6 °C entro la fine del secolo in corso rispetto a quella del periodo 1980-1999. Variazioni termiche di questa magnitudine porterebbero impatti disastrosi sulla salute umana, sulla produzione agroalimentare, sulle risorse idriche ed energetiche, sui settori produttivi e sulla biodiversità. Il livello degli oceani potrebbe aumentare di oltre 60 cm tra il 2081 e il 2100, con rischi gravissimi di inondazione per le città costiere e di impatti disastrosi sugli ecosistemi costieri.

Gli impatti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità

Già il quarto rapporto di valutazione dell'IPCC (Fischlin *et al.*, 2007) e numerosi studi successivi (Campbell *et al.*, 2009) hanno indicato che i cambiamenti climatici stanno producendo alterazioni significative sulla biodiversità e i servizi ecosistemici. Più recentemente, il secondo volume del quinto rapporto dell'IPCC (2014) ha confermato che le anomalie climatiche sono causa di modificazioni dei processi fisiologici (fotosintesi, respirazione, crescita delle piante, efficienza di utilizzo dell'acqua, composizione dei tessuti, metabolismo e decomposizione ecc.) e impatti significativi a livello genetico, di specie (con variazioni di fenologia, distribuzione, popolazione) e di ecosistema (in termini di distribuzione, composizione, struttura, funzione, fenologia, servizi ecosistemici) (Sala *et al.*, 2000; Chuine *et al.*, 2005; Thuiller, 2008; Campbell *et al.*, 2009).

Esiste anche in Italia una corposa letteratura a dimostrazione degli impatti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi già in corso (Bindi *et al.*, 1996; Maracchi, 2005; Maracchi *et al.*, 2005; Stanisci *et al.*, 2005; Moriondo e Bindi, 2007; Cannone *et al.*, 2007; Cannone *et al.*, 2008; Carraro e Sgobbi, 2008; Orlandini *et al.*, 2009). Gli impatti osservati includono lo spostamento verso Nord e verso quote più elevate del *range* geografico di molte specie, sia in ecosistemi naturali e semi-naturali sia artificiali. L'estensione della stagione vegetativa ha determinato un aumento della produttività nella regione bio-geografica alpina; viceversa, nella regione bio-geografia mediterranea le condizioni climatiche più calde e più secche sono state finora responsabili di una riduzione della produttività agricola e forestale, oltre che dell'aumento della frequenza e della severità degli incendi boschivi e dei maggiori danni da parassiti e da patogeni. La regione alpina e gli ecosistemi montani sono considerati particolarmente vulnerabili agli impatti dei cambiamenti climatici (Campbell *et al.*, 2009). Possibili variazioni potranno riguardare la struttura delle comunità vegetali montane e la migrazione a quote maggiori e a nord di animali e piante. Per la regione mediterranea, a fronte di scenari climatici di riduzione delle precipitazioni (specialmente nel periodo estivo) e dell'aumento della temperatura al di sopra dei valori previsti per la scala globale, si prevede un'e-

spansione degli adiacenti sistemi aridi e semi-aridi. Gli esperti prevedono una variazione della distribuzione spaziale della flora e la contrazione della distribuzione delle foreste, specialmente nel Meridione d'Italia; le specie endemiche mediterranee affronteranno le minacce maggiori, a causa della prevista riduzione delle precipitazioni, la maggiore intensità degli incendi, l'aumento dei fenomeni erosivi, l'alterazione della fenologia e della stagione vegetativa, della funzione e della produttività degli ecosistemi. Gli effetti positivi della fertilizzazione carbonica potrebbero essere neutralizzati dalla limitata disponibilità di acqua e dalle più elevate temperature. Effetti significativi si avranno sulla distribuzione spaziale della fauna (mammiferi, rettili e anfibi), specialmente nelle aree del Paese dove la frammentazione e il consumo di suolo sono un problema, e sulla consistenza delle aree umide mediterranee (particolarmente importanti per la conservazione di specie endemiche per il loro ruolo nella migrazione degli uccelli). L'aumento delle temperature medie e la modificazione dei processi di precipitazione sono i fattori climatici che producono gli effetti più significativi. Ciò è abbastanza intuitivo se consideriamo che le condizioni climatiche determinano le specie vegetali e animali che possono vivere, crescere e riprodursi in una determinata regione geografica e che alcune specie sono talmente legate alle condizioni climatiche (principalmente temperature e piovosità) a



cui si sono adattate che un leggero aumento della temperatura o una piccola riduzione delle piogge o una impercettibile alterazione d'un altro parametro climatico possono aumentarne la vulnerabilità. Un ulteriore fattore d'impatto è rappresentato dalla maggior intensità con cui si presentano gli eventi estremi (uragani, tempeste, ondate di caldo). Gli impatti e le risposte degli ecosistemi agricoli e forestali ai trend dei cambiamenti climatici diventeranno sempre più acuti, anche se di entità diversa, a seconda delle regioni geografiche e dei tipi di vegetazione (Dormann *et al.*, 2008; IPCC, 2014).

Per quanto riguarda l'agricoltura, gran parte delle ricerche indica che i cambiamenti climatici avranno effetti mediamente negativi sulla capacità produttiva del settore (Nelson *et al.*, 2009). Gli impatti più significativi interesseranno le regioni più povere del pianeta, dove

anche variazioni minime del regime climatico potranno avere effetti sensibili sulle popolazioni locali (Altieri e Koohafkan, 2008).

Le mutate condizioni climatiche potrebbero esaltare il potenziale invasivo di alcune specie esotiche e creare circostanze più favorevoli per alcune specie rispetto ad altre, determinando nel complesso una profonda alterazione delle interazioni all'interno delle comunità vegetali e portando a nuove forme di dominanza e di funzionamento degli ecosistemi. I disturbi abiotici per le aree naturali potrebbero in generale aumentare, anche se gli impatti saranno diversi da regione a regione e in relazione ai diversi sistemi di gestione forestale.

In particolare, l'aumento della temperatura potrebbe impedire alle piante di completare la loro richiesta di freddo, ridurre il processo d'indurimento al freddo (*cold-hardiness*), aumentare la perdita degli

aghi e diminuire la fruttificazione. I danni da freddo saranno minori nella stagione invernale, mentre saranno invariati quelli da gelate primaverili e più severi quelli da gelate autunnali (proprio a causa del ritardo dell'*hardening*). Temperature crescenti e precipitazioni ridotte, combinate all'abbandono delle aree rurali e della gestione forestale, potrebbero avere l'effetto di aumentare la frequenza e la severità degli incendi nella regione mediterranea. Alcuni autori, viceversa, ritengono che la fertilizzazione carbonica potrebbe diminuire i rischi d'incendio, poiché l'aumento dell'efficienza di uso dell'acqua da parte della vegetazione porterebbe a una diminuzione della richiesta di acqua e una maggiore disponibilità di umidità nella lettiera e nel suolo. Per il futuro, gli studi più accreditati – basati su ricerche sperimentali, combinazione di modelli ecologici in relazione a differenti scenari di variazioni climatiche, e modelli dei processi fisiologici – affermano che gli impatti del riscaldamento globale e le risposte degli ecosistemi e del paesaggio possono essere molto rilevanti, anche se di entità diversa a seconda delle regioni geografiche e dei tipi ecosistemici. In più, gli scienziati sono preoccupati per le interazioni ecologiche tra ecosistemi e clima e l'innescare di meccanismi biogeochimici che possono generare retroazioni (*feedback*) positive, le quali a loro volta possono portare a impatti severi, imponderabili, sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici da meccanismi di retroazione (*feedbacks*)².

L'UNFCCC e l'adattamento ai cambiamenti climatici

La prima significativa risposta della comunità internazionale ai cambiamenti climatici è stata l'*United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). Siglata nel 1992, l'UNFCCC riconosce i cambiamenti climatici come una seria minaccia per l'umanità e introduce l'obiettivo ultimo di evitare pericolose interferenze con il sistema climatico globale. L'UNFCCC individua due strumenti principali per contrastare i cambiamenti climatici: la mitigazione e l'adattamento.

La mitigazione comporta l'eliminazione o, almeno, la riduzione delle cause del cambiamento in modo da ritornare alle condizioni iniziali o non allontanarsi troppo da queste. Questo implica il contenimento o la riduzione dell'uso delle fonti fossili di energia, della distruzione e degradazione degli *habitat* e, conseguentemente, della quantità di gas-serra emessi in atmosfera. Una strategia aggiuntiva è quella di aumentare la capacità fissativa degli ecosistemi o il ricorso alle tecniche di *geoingegneria*, tra cui la *carbon sequestration and storage*.

L'adattamento – che comporta l'accettazione del cambiamento³ – richiede l'adeguamento dei sistemi naturali o antropici in risposta agli stimoli climatici e ai loro effetti, al fine di ridurre i danni, favorire la resilienza e perfino generare vantaggi.

Esempi di misure di adattamento possono essere la costruzione di difese contro eventuali inondazio-

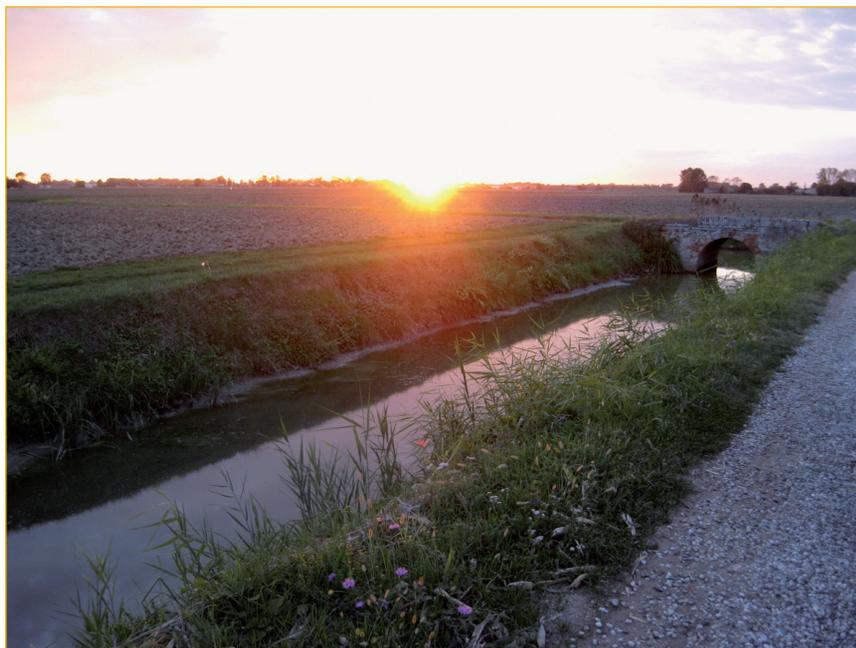
ni e l'innalzamento degli argini artificiali per combattere l'innalzamento del livello dei mari, lo spostamento preventivo delle città e delle infrastrutture esposte all'innalzamento del livello del mare, l'identificazione di specie e varietà agricole più adatte alle mutate e mutanti condizioni climatiche, la progettazione di nuove soluzioni abitative e in generale la programmazione dello sviluppo di nuove aree o attività e la gestione della crisi di altre. Le strategie di adattamento giungono a contemplare il dislocamento d'interi popolazioni prima che queste siano spinte dalle condizioni avverse ad abbandonare le proprie terre.

Alcuni Paesi europei⁴ per dare seguito alla strategia UE di adattamento ai cambiamenti climatici, hanno sviluppato i propri piani, concentrandosi sulla dimensione tecnologica, infrastrutturale, sociale ed economica, trascurando le relazioni esistenti tra biodiversità e adattamento. Eppure, l'adattamento ai cambiamenti climatici coinvolge la biodiversità e i servizi ecosistemici da diverse prospettive:

1. la biodiversità ha un ruolo importante nella capacità delle società di adattarsi ai cambiamenti climatici;
2. la biodiversità può subire impatti negativi dalle stesse misure di adattamento ai cambiamenti climatici, specialmente nei Paesi ad alto grado di sviluppo;
3. le politiche di conservazione della biodiversità richiedono esse stesse strategie di adattamento.

Il ruolo della biodiversità nelle misure di adattamento ai cambiamenti climatici

Esistono diversi casi degni di esempio che dimostrano come le misure di adattamento *ecosystem-based*, mirati al rafforzamento della resilienza degli ecosistemi, siano più efficaci ed economicamente più convenienti rispetto alle misure basate sulle cosiddette *hard structures* (dighe, invasi ecc.). Nel caso degli interventi di adattamento a difesa delle aree costiere, minacciate dall'innalzamento del livello del mare, dall'intrusione salina e dagli eventi meteo estremi, il restauro delle dune di sabbia e delle aree umide costiere può svolgere un ruolo efficace nella protezione delle coste. Inoltre, il recupero degli ecosistemi costieri per finalità di adattamento garantiscono nel contempo la fornitura di risorse (ittiche ecc.) e una maggiore flessibilità delle società locali nell'adattarsi ai cambiamenti climatici. Non sempre, tuttavia, gli ecosistemi costieri potranno essere in grado di ridurre gli impatti. In quei casi è auspicabile integrare le misure *hard structure* con una corretta pianificazione territoriale. I sistemi naturali di acqua dolce forniscono servizi vitali di regolazione dell'acqua e possono svolgere un ruolo chiave nell'adattamento a eventi estremi quali scarsità idrica o inondazioni. Le azioni volte a ridurre il degrado dei bacini idrografici, attraverso un'attenta gestione delle foreste e dei suoli agricoli, il restauro forestale e la conservazione del suolo possono ridurre la vulnerabilità alla sicci-



tà. Inoltre, il mantenimento e il ripristino dei servizi di regolazione dell'acqua svolto dalle zone umide sono anch'essi importanti per il controllo delle inondazioni.

In agricoltura, la diversificazione dei sistemi agricoli, in grado di integrare nuove varietà colturali, è un elemento essenziale per il mantenimento della produzione alimentare nella condizione di variabilità della temperatura, della precipitazione e dei parametri climatici. La gestione delle risorse naturali, tra cui l'acqua e il suolo, basata su buone pratiche agronomiche, avrà un ruolo importante nella capacità di adattamento dell'agricoltura, in particolare nelle zone a clima sub-arido e arido del Paese. In questo senso, le pratiche agronomiche contemplate dall'agricoltura biologica accrescono la resilienza dei

sistemi agricoli ai cambiamenti climatici.

In Italia, la discussione sulle foreste e sulla selvicoltura in relazione al cambiamento climatico si è finora concentrata prevalentemente sul loro ruolo nella mitigazione. Tuttavia, le foreste forniscono una gamma di servizi provisionali e di regolazione che rafforzano la resilienza delle società rurali di fronte ai cambiamenti climatici. Inoltre, come dimostrano numerosi casi di successo, gli interventi forestali sono più efficaci e più economicamente convenienti degli impianti convenzionali in quanto riescono ad associare benefici ambientali, sociali ed economici a quelli derivanti dall'adattamento ai cambiamenti climatici.

Va ricordato, infine, il ruolo rilevante, anche se trascurato, all'in-

terno della progettazione urbana e dei piani di adattamento, che la gestione delle aree verdi urbane e la selvicoltura urbana e peri-urbana assumono nelle strategie di adattamento. Un'adeguata progettazione e gestione delle aree verdi, naturali o artificiali, e la messa a dimora di singoli alberi, possono aiutare a ridurre gli stress climatici, fornendo protezione alle abitazioni e agli uffici (riducendo il fabbisogno di riscaldamento) e riducendo le temperature massime estive, sia all'interno degli ambienti di vita e di lavoro (riducendo il fabbisogno di condizionamento), sia all'esterno (si pensi per esempio all'effetto ombreggiante degli alberi a chioma larga nei parcheggi); oppure a contenere gli effetti degli eventi estremi. Le foreste urbane possono aiutare le comunità ad adattarsi ai cambiamenti climatici attraverso il miglioramento della qualità della vita.

Gli impatti delle misure di adattamento sulla biodiversità

Finora pochi Paesi hanno avviato l'implementazione delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici. Ciò rende abbastanza ristretto il volume dei dati e delle informazioni sugli effetti delle strategie di adattamento sulla biodiversità. Tuttavia la letteratura scientifica riporta diversi esempi di interventi di adattamento che sono risultati svantaggiosi per la biodiversità (Campbell *et al.*, 2009; Nauman *et al.*, 2013; IPCC, 2014). Ciò è avvenuto in modo particolare nel caso di opere realizzate per prevenire inondazioni e

di regolare piene ed esondazioni, senza salvaguardare le proprietà naturali degli ecosistemi costieri (Moss *et al.*, 2013). Viceversa, strategie di adattamento che integrano la gestione delle risorse naturali, come per esempio l'adozione di pratiche agricole sostenibili, non possono essere altro che benefiche per la biodiversità (in questo senso, nell'UE, le condizioni posti dalle direttive VIA e VAS sono una valida garanzia).

L'adattamento nella conservazione della biodiversità

Man mano che accresce l'evidenza e la portata degli impatti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi naturali, aumenta anche il bisogno di sviluppare misure di adattamento nel settore della conservazione della biodiversità. Il cambio è necessario, non solo per conseguire la conservazione della biodiversità, ma anche per rafforzare il ruolo della stessa nel processo di adattamento delle società agli effetti dei cambiamenti climatici. Alcune strategie, quali il miglioramento della progettazione delle aree protette, il mantenimento della connettività degli *habitat* all'interno di un'area vasta e la riduzione delle pressioni antropiche su quell'area, possono evidentemente aumentare la resilienza della biodiversità ai cambiamenti climatici.

Va segnalato, infine, che le azioni che portano ad aumentare la resilienza degli ecosistemi favoriscono anche il loro ruolo nella mitigazione del cambiamento climatico. L'espansione del sistema



delle aree protette ed un'azione più incisiva per la salvaguardia delle aree agricole ad alto valore naturalistico appaiono prioritarie, come pure la creazione di corridoi ecologici per la diffusione e la propagazione delle specie e la connessione degli ecosistemi.

Conclusioni

Le misure di conservazione della biodiversità, di restauro ambientale e di gestione sostenibile delle aree agricole e forestali e della pesca, possono ridurre gli effetti dei cambiamenti climatici fornendo protezione alle colture ed agli animali, riducendo i fenomeni erosivi e gli effetti degli eventi climatici estremi, migliorando le caratteristiche fisiche e chimiche dell'acqua, concorrendo alla costruzione del reddito delle comunità rurali colpite dai cambiamenti climatici. Esistono numerosi esempi di adattamento

ai cambiamenti climatici, anche in Italia, che dimostrano come gli interventi agro-forestali, di protezione della natura e di recupero di aree degradate siano più efficaci e più convenienti degli impianti convenzionali, e come essi riescano ad associare benefici ambientali, sociali ed economici al fini dell'adattamento ai cambiamenti climatici.

Molte incertezze permangono, associate agli impatti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi naturali, semi-naturali e sui settori agricolo e selvicolturale, che non possono, però, ritardare l'adozione di misure di adattamento, ma devono spingere i decisori politici a utilizzare tutti gli strumenti per implementare misure che aumentino la resilienza di detti sistemi. Per rispondere alla sfida dell'adattamento ai cambiamenti climatici c'è bisogno del sostegno della ricerca, chiamata ad elabo-

rare modelli più affidabili di cambiamento climatico, anche a scala locale, a comprendere meglio la vulnerabilità delle foreste agli stress multipli, a trovare soluzioni per migliorare la resilienza delle foreste. Le questioni chiave sono l'identificazione della vulnerabilità delle foreste nazionali e delle priorità su dove e quando inter-

venire e la combinazione più efficace di misure di conservazione in base al livello di spesa disponibile. In definitiva, è necessario avere una prospettiva ampia, analizzando come gli ecosistemi possono essere gestiti e conservati al fine di fornire servizi ecosistemici in un clima che cambia, nel contesto della politica globale di

adattamento. Ci deve essere una maggiore considerazione delle sinergie e dei *trade-off* nelle politiche di adattamento e di pianificazione, compresa una maggiore comprensione del ruolo della biodiversità, al fine di evitare un adattamento sconveniente e sviluppare risposte efficaci agli impatti dei cambiamenti climatici. ●

bibliografia

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, Martin L., Canziani, Osvaldo F., Palutikof, Jean P., van der Linden, Paul J., and Hanson, Clair E. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 976 p. ISBN 978 0521 88010-7 hardback ISBN 978 0521 70597-4 paperback.

Dunlop M, 2013. Biodiversity: Strategy conservation. Nature Climate Change 3:1019–20 doi:10.1038/nclimate2063

Naumann S, Anzaldúa G, Berry P, Burch S, Davis M, Frelih-Larsen A, Gerdes H, Sanders M (2011). Assessment of the potential of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and mitigation in Europe. Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/580412/SER/B2, Ecologic institute and Environmental Change Institute, Oxford University Centre for the Environment.

Campbell A, Kapos V, Scharlemann JPW, Bubb P, Chenery A, Coad L, Dickson B, Doswald N, Khan MSI, Kershaw F, Rashid M (2009) Review of the Literature on the Links between Biodiversity and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series No. 42, 124 p.

IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.

IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers. Disponibile al sito http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf.

Moss RH et al. (2013) Hell and High Water: Practice-Relevant Adaptation Science. Science 342:696-8. DOI: 10.1126/science.1239569

note

1. I gas-serra hanno diversi effetti sui fenomeni di riscaldamento globale. Essi sono misurati tramite il Global Warming Potential (GWP), l'indicatore che viene impiegato, per esigenze di omogeneizzazione, per convertire i diversi gas in CO2 equivalenti. Nell'arco di 100 anni una molecola di CH4 ha un GWP 21 volte superiore a quello d'una molecola di CO2, una molecola di N2O ha un GWP 310 volte superiore.
2. I feedback possono essere sia positivi sia negativi. I primi amplificano la forzante e generano instabilità, i secondi contrastano la forzante e mantengono le condizioni stabili nonostante la perturbazione. Esempi di feedback positivi sono: l'aumento delle emissioni di CH4 e altri gas-serra derivanti dal disgelo – a sua volta causato dal riscaldamento globale – delle torbiere permanentemente gelate della regione boreale; o delle emissioni di gas-serra da parte delle foreste tropicali a seguito di prolungati e intensi periodi di siccità; o la riduzione dell'albedo dovuto alla contrazione dei ghiacciai alpini e polari.
3. Infatti, anche se si dovesse interrompere da domani l'accumulo di gas-serra in atmosfera, l'eccesso di gas-serra già presente in atmosfera continuerebbe a far sentire gli effetti sul sistema climatico nei prossimi 30–40 anni.
4. Al momento 15 Paesi UE hanno completato la redazione della strategia nazionale di adattamento. Nel 2012 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha avviato un processo per l'elaborazione della Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. Questo processo, realizzato con il coordinamento tecnico-scientifico del Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici, ha portato alla predisposizione del documento 'Elementi per una Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici'.