



WWF

ITALIA



# NATURE 4 CLIMATE

# INDICE

Introduzione	5
L'emergenza climatica: come sta cambiando il clima del Pianeta	7
Il circolo vizioso - il circolo virtuoso	7
Ecosistemi e clima: alleanze speciali	9
Ecosistemi speciali negli equilibri climatici: le torbiere	9
Le praterie di posidonia	10
Il permafrost	10
Le foreste	13
I suoli fertili	13
Specie e clima insieme per la vita	17
Abbondanza di animali e carbonio	17
Frugivori e foreste tropicali	18
Orsi e martore giapponesi	18
Balene e fitoplancton	21
Copepodi: gli eroi sconosciuti del clima	21
Il laborioso lavoro delle formiche	22
Non solo termitai	22
Elefanti giardinieri per il clima	25
Defaunazione e crisi climatica	25
Combattere il cambiamento climatico con la natura	27
Le best practice	28



Abbiamo visto spesso quanto il clima possa impattare gli equilibri del pianeta mettendo a rischio la sopravvivenza di specie e il funzionamento degli ecosistemi naturali, da cui dipendono la nostra salute e il futuro dei nostri figli. Troppo spesso, tuttavia, trascuriamo che il clima non è solo il risultato della miscela di gas serra che caratterizza l'atmosfera e dell'energia solare che con questa interagisce. Attori importantissimi dei sistemi climatici sono gli stessi ecosistemi e tutta la ricchezza di vita che ospitano: gli oceani, le foreste, la rete di acque dolci e salmastre che avvolge il pianeta, le praterie marine, le savane, tutti svolgono un ruolo cruciale nel determinare la composizione dell'atmosfera, regolare l'albedo e la temperatura della Terra, determinare il ciclo delle piogge, la concentrazione dell'umidità, l'intensità dei venti e tanto altro ancora. Anche se riuscissimo con azioni virtuose ad abbattere l'eccesso di gas serra nell'atmosfera, non risolveremo la crisi climatica senza fermare la distruzione della natura. Un pianeta senza natura "funzionante" non può essere un luogo vivibile per l'umanità da tanti punti di vista, incluso quello climatico: tempeste, venti sferzanti, mancanza d'acqua, di pioggia, di umidità...e chissà cos'altro ancora. Senza considerare che, senza natura, non riusciremo a risolvere problemi altrettanto gravi, come la fame, la povertà, le malattie, le guerre.

La comunità scientifica ci dice che dobbiamo fare di tutto per contenere l'aumento medio della temperatura globale a  $+1,5^{\circ}\text{C}$ , se vogliamo scongiurare conseguenze drammatiche e imprevedibili. Questo implica che il mondo ha meno di una decina di anni per ridurre le emissioni globali nette di carbonio della metà, per evitare gli impatti più significativi. Ma anche se questo obiettivo, come tutti ci auguriamo, venisse raggiunto, gli impatti del riscaldamento globale continuerebbero probabilmente per decenni, o addirittura secoli. Ciò porterà inevitabilmente a conseguenze molto importanti sugli ecosistemi naturali. Allo stesso tempo la crisi climatica non potrà essere risolta senza proteggere e, laddove necessario, ripristinare struttura, complessità e funzionalità degli ecosistemi.

# INTRODUZIONE

# L'EMERGENZA CLIMATICA

## Come sta cambiando il clima del pianeta.

Il sistema climatico della Terra non comprende solo l'atmosfera (l'aria), ma anche l'idrosfera (l'acqua), la criosfera (i ghiacci e i ghiacciai), la litosfera (il suolo) e la biosfera (gli esseri viventi): l'interazione di queste diverse componenti contribuisce a determinare il clima. Il clima ha seguito e forgiato la storia della vita sulla terra, ma il cambiamento a cui stiamo assistendo è repentino e non ha eguali nella storia geologica del pianeta: la causa è da attribuirsi inequivocabilmente alle attività umane, in primis all'uso dei combustibili fossili (carbone, petrolio e gas). Secondo l'Istituto Goddard della NASA, la temperatura media della terra dal 1880 ad oggi è aumentata di 1,2 gradi (GISTEMP Team, 2021, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>). Secondo gli scienziati, senza un'inversione di tendenza, la temperatura nel 2100 potrebbe subire un incremento compreso tra 3,5 e più di 8 gradi, con conseguenze ad oggi difficilmente prevedibili per l'uomo e gli altri esseri viventi.

Lo scenario più pessimista per l'Italia prevede per il 2100 un incremento della temperatura media fino a 5 gradi, con pesanti ripercussioni su tutti gli ambienti naturali e le attività antropiche, in primis l'agricoltura, rispetto alla quale ci si attende un decremento della produttività, almeno per le colture a ciclo primaverile-estivo. Da notare che questi impatti hanno una componente economica di non poco conto: attualmente il costo degli impatti climatici è stimato allo 0,5% del PIL pro capite, mentre a fine secolo il valore potrebbe toccare il 7-8% (Spano et al., 2020).

## Il circolo vizioso

L'aumento medio della temperatura rappresenta una minaccia per molte specie animali e vegetali. Molte specie saranno esposte a un maggior rischio di estinzione se la temperatura media mondiale continua ad aumentare in maniera incontrollata: l'ultimo Living Planet Report del 2020 (WWF, 2020) stima che circa un quinto delle specie selvatiche rischiano l'estinzione a causa del solo cambiamento climatico. Gli ecosistemi, dal canto loro, possono subire alterazioni significative nei meccanismi che sottostanno al loro funzionamento. Uno studio pubblicato su Nature (Ciais et al., 2005) ha messo in evidenza come, a causa dell'eccezionale rialzo delle temperature dei mesi di luglio e agosto del 2003 (in media più di 6°C rispetto ai valori medi del periodo), i boschi e le foreste europee invece di funzionare come assorbitori di CO<sub>2</sub> atmosferica abbiano funzionato come sorgenti, emettendo complessivamente circa 1.850 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Ancora oggi i principali fattori di perdita di biodiversità sono la distruzione operata dalle attività umana sugli habitat, il sovrasfruttamento delle risorse, l'uso insostenibile della fauna selvatica, l'introduzione di specie aliene. Ma le conseguenze del riscaldamento del pianeta si stanno prefigurando come condizioni ideali per la tempesta perfetta: la crisi climatica amplifica in maniera esponenziale la distruzione di biodiversità in corso.

## Il circolo virtuoso

Viceversa, ecosistemi terrestri e marini in salute svolgono un ruolo importante nella regolazione del clima. Attualmente assorbono circa la metà delle emissioni di carbonio imputabili all'uomo (UE, 2010).

La biodiversità e le funzioni degli ecosistemi ci aiutano ad adeguarci ai cambiamenti climatici e a mitigarli. Sono quindi una componente essenziale del nostro impegno nella lotta ai cambiamenti climatici, a patto che contemporaneamente noi tagliamo davvero e drasticamente, fino ad arrivare a zero prima della metà del secolo, le emissioni di carbonio e di altri gas serra.



# ECOSISTEMI E CLIMA

## Alleanze speciali

“Gli ecosistemi sono attori cruciali nel sistema climatico, specialmente attraverso il loro ruolo nel ciclo del carbonio, nel ciclo dell’acqua e in altri cicli biogeochimici. Se gestiti in modo sostenibile, sulla base di una solida scienza degli ecosistemi e della biodiversità, gli ecosistemi possono essere una fonte importante di resilienza umana e possono sostenere l’adattamento delle società umane ai rapidi cambiamenti ambientali. In altre parole, gli ecosistemi non sono semplicemente vulnerabili al cambiamento climatico, ma hanno il potenziale per essere alleati significativi nelle sfide di adattamento e mitigazione del cambiamento climatico” (*Malhi, Y., 2020*).

Tutti i sistemi del pianeta, viventi e non, concorrono a mantenere e sostenere la vita, creando una dimensione interconnessa e interdipendente che potremmo anche chiamare ecosfera. Non c’è quindi un solo ecosistema che non abbia in qualche modo un’influenza negli equilibri climatici. Di alcuni ecosistemi il ruolo è - per quanto non ancora completamente compreso - molto più studiato. Tra questi ci sono sicuramente le foreste tropicali e le loro straordinarie funzioni, così come le torbiere con i loro importanti “depositi” di carbonio.

Più in generale la ricerca scientifica continua a perfezionare la comprensione del sistema climatico della Terra e la sua interdipendenza dalla biosfera. Recentemente gli scienziati hanno lanciato un allarme che sembrerebbe riguardare tutti gli ecosistemi terrestri. Come è noto, gli ecosistemi terrestri giocano un ruolo chiave nel mitigare il cambiamento climatico. Più le piante assorbono CO<sub>2</sub> attraverso il processo della fotosintesi, meno gas serra rimane in atmosfera. Se è vero che una maggiore concentrazione di anidride carbonica aumenta il tasso di fotosintesi (processo noto come “effetto fertilizzante del Carbonio” o in inglese Carbon Fertilizing Effect - CFE), è stato tuttavia osservato tuttavia che più aumenta la CO<sub>2</sub> nell’atmosfera, meno efficienti sono le piante nell’assorbirlo (*Wang, S. et al., 2020*). Questa condizione sembra verificarsi in almeno l’86% degli ecosistemi terrestri. Dal 1982 ad oggi il CFE è infatti diminuito costantemente all’aumentare del CO<sub>2</sub> nell’atmosfera, riducendosi dal 21% al 12% per 100 ppm di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Questo significa che il cambiamento climatico sta indebolendo la capacità delle piante di mitigare ulteriori cambiamenti climatici su vaste aree del pianeta.

## Ecosistemi speciali negli equilibri climatici: le torbiere

Le torbiere sono ambienti umidi ubiquitari che attualmente coprono circa il 3% della superficie globale. In queste aree, il terreno è perennemente allagato e questa condizione rallenta il processo di decomposizione del materiale vegetale, che tende così ad accumularsi e a formare, per l’appunto, la torba. Questo materiale può accumularsi per secoli e formare strati di diversi metri. Le torbiere sono il più cospicuo deposito naturale di carbonio. Si calcola che a livello globale le torbiere contengano più di 550 giga tonnellate di carbonio (1 giga tonnellata è pari a 1 miliardo di tonnellate), pari al 42% di tutto il carbonio contenuto nel suolo. Nessun tipo di vegetazione riesce a fare meglio, neanche le foreste. A pieno regime – ovvero in assenza di intervento umano - le torbiere sono capaci di sequestrare 0.37 giga tonnellate di CO<sub>2</sub> ogni anno. Le torbiere contribuiscono a regolare il flusso delle acque e a ridurre il rischio di inondazioni/siccità; forniscono inoltre cibo, fibre e altri prodotti che sostengono le comunità locali. Al contrario, le torbiere prosciugate e bonificate dall’uomo per renderle coltivabili contribuiscono in modo significativo alle emissioni di gas serra: si stima che queste aree emettano 1.3 giga tonnellate di CO<sub>2</sub> l’anno, pari a circa il 5,6% delle emissioni totali causate dall’uomo.

## Le praterie di posidonia

La posidonia (*Posidonia oceanica*) è una pianta marina endemica del Mediterraneo, una delle specie chiave dell'intero ecosistema marino. La posidonia cresce sui fondali sabbiosi, a circa 40 metri di profondità, dove forma delle vere e proprie praterie che forniscono ossigeno e habitat vitale a circa il 20% delle specie del Mediterraneo. Tra le sue foglie si riproducono e prosperano anche molte specie di interesse commerciale. La posidonia svolge anche un ruolo importante nel contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici. In una fase in cui tempeste ed uragani aumentano di frequenza ed intensità, le distese di posidonia riducono l'energia delle onde e delle correnti, stabilizzando il fondale sabbioso e consolidando i sedimenti. Quando nella stagione estiva il tempo peggiora, le sue foglie morte si accumulano lungo le spiagge, proteggendole dall'erosione costiera. Oltre a mitigare gli impatti fisici del cambiamento climatico, la posidonia funge essa stessa da serbatoio di carbonio: foglie morte, rizomi e radici si accumulano sul fondale andando a costituire strati che possono raggiungere anche i 4 metri. Si stima che le praterie di posidonia stocchino una quantità di CO<sub>2</sub> equivalente all'11-42% di quella prodotta dai paesi del Mediterraneo a partire dalla rivoluzione industriale. Purtroppo però numerosi pericoli incombono sul futuro della posidonia: pesca a strascico, ancoraggio indiscriminato dei natanti da diporto, antropizzazione delle coste, aumento della temperatura dovuta ai cambiamenti climatici o l'innalzamento del livello dei mari sono le principali minacce che questa pianta si trova oggi a fronteggiare. Le praterie di posidonia hanno un enorme valore ecologico e socio-economico. La sua presenza permette la sopravvivenza di molte specie marine e l'erogazione di servizi ecosistemici fondamentali per il nostro benessere, quali la rimozione della CO<sub>2</sub>, la protezione delle coste e il sostentamento delle specie pescabili. È quindi fondamentale mettere in atto tutte le misure per proteggere questo habitat prezioso.

## Il Permafrost

Un altro sistema estremamente importante per gli equilibri climatici è la criosfera, a cui appartiene il permafrost, quello strato di terreno ghiacciato che abbraccia diversi habitat come ad esempio la Tundra e la Taiga, ma che possiamo trovare anche sotto il fondo del mare in alcuni settori dell'oceano artico. Il permafrost contiene un mix di materiale organico, piante ed animali morti che sono in uno stato di congelamento dall'ultima era glaciale, ovvero da circa 11.000 anni. Con l'innalzamento delle temperature il permafrost tende a decongelarsi e il processo di decomposizione del materiale organico rilascia carbonio sotto forma di anidride carbonica e soprattutto metano (un gas clima alterante ancora peggiore della CO<sub>2</sub>), andando ad amplificare il cambiamento climatico in atto. Gli effetti dello scioglimento del permafrost sono ad oggi ignoti, ma i ricercatori ipotizzano che possa innescarsi un ciclo di retroazione positiva che porterebbe il permafrost a divenire esso stesso una fonte di riscaldamento, causando un aumento delle temperature del suolo, ulteriore decomposizione e rilascio di metano in atmosfera.





## Le Foreste

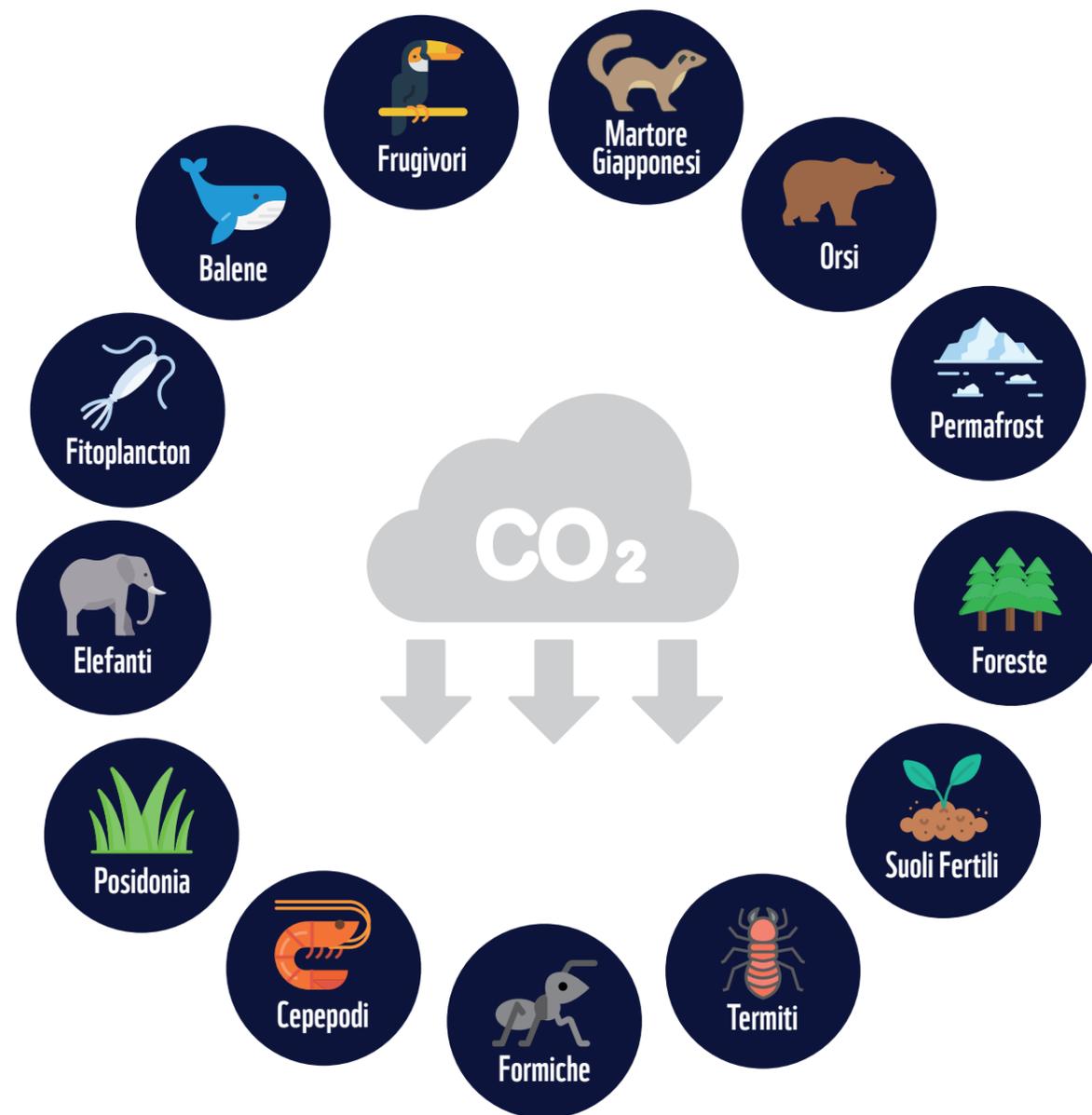
Le foreste coprono il 31% delle terre emerse del pianeta, costituiscono l'habitat per il 75% della biodiversità terrestre e, in varie forme e particolarmente grazie al processo della fotosintesi clorofilliana, contribuiscono alla lotta al cambiamento climatico, estraendo dall'atmosfera l'anidride carbonica. Tramite la fotosintesi clorofilliana, processo che la trasforma in materia vegetale, rilasciando ossigeno come preziosissimo prodotto di scarto. Essa è uno dei mezzi naturali che da 3,5 miliardi di anni permette di assorbire CO<sub>2</sub> ed è ovviamente utile nella lotta contro i cambiamenti climatici. Le foreste del mondo, tra il 1990 e il 2007, hanno sequestrato in media 2,4 miliardi di tonnellate di carbonio all'anno. Secondo i dati della FAO del 2010, le foreste manterrebbero immagazzinate 289 miliardi di tonnellate di carbonio nella biomassa viva, nel legno morto, nella lettiera e nel suolo. Il legno, composto per circa il 50% di carbonio, se utilizzato per produrre beni di lunga durata, come edifici e parti di essi, mantiene naturalmente intrappolata la CO<sub>2</sub> mentre, se usato come combustibile, la rilascia in atmosfera. Foreste naturali, o almeno gestite in maniera sostenibile, sono dunque indispensabili alleate per la lotta al cambiamento climatico e per la nostra sopravvivenza.

## I suoli fertili

I suoli rappresentano una formidabile riserva di carbonio, la cui quantità supera quella contenuta in tutte le piante terrestri e in atmosfera. Il materiale vegetale e altra biomassa si accumulano nel suolo come materia organica, che a sua volta viene degradata da processi chimici e biologici. I polimeri di carbonio più resistenti come la cellulosa, la lignina, i componenti alifatici, cere e terpenoidi vanno a fare parte dell'humus. La materia organica tende ad accumularsi nei suoli delle regioni fredde, come nel caso del Nord America e della taiga russa. Al contrario, nelle regioni sub-tropicali e tropicali la lettiera non viene trattenuta a lungo nel terreno, a causa delle alte temperature e le abbondanti precipitazioni piovose. Tuttavia, a livello globale la componente organica nei suoli, a causa spesso di pratiche agricole non sostenibili, si sta rapidamente riducendo, rilasciando in atmosfera parte del carbonio in essi contenuto (176 Gt negli ultimi due secoli) e contribuendo così al cambiamento climatico, oltre che a mettere a rischio la produzione alimentare nel lungo periodo.

# SPECIE E HABITAT, I NOSTRI ALLEATI PER IL CLIMA

Chi in natura favorisce l'adattamento e la mitigazione del cambiamento climatico





# SPECIE E CLIMA

## Insieme per la vita

Quando si pensa al ruolo della natura nel regolare il clima vengono subito alla mente le foreste, definite, a ragione, il polmone del pianeta, ecosistemi in grado di stoccare quantità enormi di CO<sub>2</sub> e quindi di fungere da barriera ai cambiamenti in atto. Molti scienziati stanno studiando come gli ecosistemi del pianeta - dalle foreste alle savana - siano in grado di immagazzinare carbonio. Queste ricerche sono importanti per meglio capire il ruolo potenziale degli ecosistemi nel mitigare il cambiamento climatico. Anche gli animali però sono coinvolti nella regolazione del clima e il contributo di alcune specie va ben al di là delle nostre aspettative. Rispetto alla grande capacità degli alberi e delle piante di immagazzinare carbonio, si è sempre pensato che le popolazioni di animali avessero un ruolo secondario, ragione per cui troppo spesso, nel definire i modelli e le pratiche più efficaci per contrastare la crisi climatica e migliorare l'adattamento, si è trascurato il ruolo fondamentale svolto dagli animali e delle loro funzioni ecologiche, così importanti anche nel ciclo del carbonio. Studi recenti oggi indicano invece che gli animali possono effettivamente svolgere un importante ruolo indiretto nel mediare i flussi di carbonio.

## Abbondanza di animali e carbonio

In una recente ricerca pubblicata su Science (*Schmitz, O. J. et al., 2018*) un team di ricercatori di Yale ha infatti potuto confermare che la presenza di animali selvatici in un certo habitat può innescare effetti di feedback diretti o indiretti che alterano la capacità di un paesaggio di assorbire, rilasciare o trasportare carbonio. Le analisi sperimentali e osservative hanno dimostrato che variazioni nell'abbondanza di specie animali può influire sulla capacità degli ecosistemi di immagazzinare o scambiare carbonio. In alcuni casi, questi cambiamenti hanno persino causato il passaggio degli ecosistemi da "serbatoi" di CO<sub>2</sub> (quando gli animali non sono abbondanti) a "serbatoi" di carbonio (quando lo sono). Ovviamente non è solo l'abbondanza degli animali che conta in questi processi, ma anche il ruolo e le funzioni ecologiche svolte da questi animali. Più in generale, grazie ad una vasta rassegna scientifica, i ricercatori hanno scoperto che gli animali possono aumentare o diminuire i tassi dei processi biogeochimici dal 15% al 25%. Nel Serengeti, ad esempio, la decimazione degli gnu avvenuta nella metà del secolo scorso portò ad un significativo aumento della vegetazione, e conseguentemente degli incendi che ogni anno consumavano l'80% dell'ecosistema. Questo determinava un significativo rilascio netto di anidride carbonica nell'atmosfera; quando la gestione delle malattie degli gnu e gli sforzi anti-bracconaggio, insieme ad alcuni interventi di reintroduzione locali, hanno aiutato le popolazioni animali a recuperare, una quota maggiore del carbonio immagazzinato nella vegetazione è stato consumato dagli gnu e rilasciato come letame (anziché come CO<sub>2</sub> durante gli incendi) mantenendo il carbonio nel sistema e ripristinando l'ecosistema del Serengeti come un importante serbatoio di CO<sub>2</sub>. I ricercatori hanno anche calcolato che con l'aumento di 100.000 animali si è ottenuta una riduzione degli incendi del 10%. Ne consegue che interventi mirati a migliorare la conservazione di popolazioni di animali selvatici - anche mediante la reintroduzione - possono contribuire in maniera importante ai problemi climatici.

## Frugivori e foreste tropicali

Parliamo dei frugivori che vivono nelle foreste tropicali. Si tratta di animali taglia medio-grande, sia uccelli (come buceri), che mammiferi (elefante indiano, cervo sambar, gibboni e macachi, solo per citarne alcuni), caratterizzati da una dieta che include anche frutta. Ebbene, queste specie svolgono un ruolo essenziale nel diffondere i semi di moltissime specie arboree, consentendo alla foresta di rinnovarsi continuamente. Alcuni ricercatori (*Chanthorn et al., 2019*) hanno osservato che nelle foreste “defaunizzate” del Borneo, quelle cioè dove le specie animali sono state quasi del tutto rimosse per via della caccia e del prelievo operato dalle popolazioni locali, alcune specie di alberi hanno perso la capacità di diffondersi nella foresta e risultano ora molto più aggregati di quanto non fossero tempo addietro. In effetti, alcuni frugivori sembrano giocare un ruolo cruciale nel mantenere la diversità forestale e la loro scomparsa non è solo una minaccia alla biodiversità globale, ma potrebbe indebolire la capacità degli ecosistemi di stoccare il carbonio. Si stima che la capacità delle foreste neotropicali (Panama, Costa Rica, Brasile ed altri paesi amazzonici), africane (Camerun, Congo e Tanzania) e asiatiche (India, Malesia) di stoccare il carbonio risulti ad oggi indebolita dal 2% al 12%. Tale riduzione viene spiegata dai ricercatori con l’incapacità da parte delle foreste di saturare il loro potenziale in assenza delle specie animali che sono parte integrante della rete di disseminazione. Anche in Amazzonia la progressiva scomparsa dei grandi frugivori (come i grandi primati e i tapiri), con la conseguente riduzione nella dispersione di alcuni semi, ha un importante impatto sulle caratteristiche della foresta. Gli studi indicano che l’eliminazione dei grandi frugivori dalla foresta amazzonica, riduce la biomassa forestale del 3-6% in media e fino al 38% in alcune aree (*Peres et al., 2016*). Allo stesso modo - sempre in Amazzonia - anche il declino dei grandi pesci d’acqua dolce frugivori, dovuto alla pesca eccessiva, compromette la dispersione dei semi e quindi la rigenerazione della foresta (*Anderson et al., 2011*).

## Orsi e martore giapponesi

Un altro esempio che conferma il ruolo delle specie frugivore nel regolare il clima è quello relativo agli orsi e alle martore giapponesi (*Shoji et al., 2016*). In questo caso i ricercatori hanno evidenziato come le piante che fruttificano in primavera-estate e che dipendono dagli animali per la dispersione dei propri semi potrebbero avere buone possibilità di sfuggire ai cambiamenti climatici. Come è noto, alcune specie di piante sono costrette a migrare a quote più elevate per contrastare l’effetto del riscaldamento globale. Inaspettatamente un aiuto sembra arrivare da alcuni animali, come per l’appunto orsi e martore giapponesi. Questi animali nella stagione primaverile-estiva tendono a frequentare i rilievi e disperdono i semi lungo un gradiente altitudinale di diverse centinaia di metri. Quest’attività risulta essere particolarmente favorevole alle piante, in quanto la relativa disseminazione velocizza la colonizzazione di quote più elevate.





## Balene e fitoplancton

Tra le specie regolatrici del clima un ruolo inaspettato viene svolto dalle balene. In vita questi animali accumulano una quantità enorme di carbonio nei loro tessuti, specialmente se si considerano le specie di taglia maggiore. Quando questi animali muoiono, il carbonio va a stoccarsi sul fondo degli oceani. Si calcola che ogni grande balena sequestri in media 33 tonnellate di CO<sub>2</sub>. Si consideri che oggi vivono negli oceani solo un quarto delle balene una volta presenti sul pianeta; nel caso della balena azzurra tale valore scende addirittura al 3%. Proteggere le balene e favorirne l'incremento numerico è quindi un'azione che contribuisce in modo significativo allo stoccaggio del carbonio. Un discorso analogo può essere effettuato per il fitoplancton. Queste microscopiche creature non solo contribuiscono a fornire almeno il 50% di tutto l'ossigeno dell'atmosfera, ma anche a sequestrare circa 37 miliardi di metri cubi di CO<sub>2</sub>, circa il 40% di tutta quella prodotta, o se si preferisce, la quantità di CO<sub>2</sub> catturata da 1,7 trilioni di alberi, più o meno 4 foreste amazzoniche. I ricercatori hanno recentemente scoperto che le balene hanno un effetto moltiplicatore nell'incrementare la produzione di fitoplancton. Va detto che nonostante i nutrienti siano trasportati a mare dai sedimenti fluviali, le tempeste di sabbia ed altre vie, azoto e fosforo rimangono scarsi e limitano la quantità di fitoplancton che può svilupparsi negli oceani più caldi. Se una quantità maggiore di questi minerali fosse disponibile, il fitoplancton potrebbe aumentare, assorbendo potenzialmente molto più carbonio di quanto possibile. I prodotti di scarto delle balene contengono proprio le sostanze di cui il fitoplancton necessita per accrescersi, in particolare ferro e azoto. Le balene trasportano i minerali fino alla superficie degli oceani tramite i loro movimenti verticali e li disperdono attraverso le migrazioni transoceaniche. Questa attività di fertilizzazione contribuisce in modo significativo alla crescita del fitoplancton nelle aree frequentate dalle balene. Se le balene potessero aumentare di numero, lo stesso accadrebbe anche per il fitoplancton. Un incremento di un solo punto percentuale della produttività del fitoplancton equivarrebbe a stoccare centinaia di milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> aggiuntiva per anno, come se all'improvviso apparissero sul pianeta 2 miliardi di alberi maturi. Alla luce di queste considerazioni, quale dovrebbe essere il valore economico di una balena? Solo sulla base del carbonio sequestrato nell'arco della sua esistenza, una balena dovrebbe valere più di 2 milioni di dollari, mentre l'intero stock supererebbe agevolmente il trilione di dollari.

## Copepodi: gli eroi sconosciuti del clima

I copepodi sono gli eroi sconosciuti del clima terrestre, tanto che molti di noi ne ignorano addirittura l'esistenza. Si tratta in realtà di minuscoli crostacei (della dimensione di 1 o 2 millimetri), simili a gamberetti, che vivono in grandissima abbondanza nelle acque salate e in quelle dolci: sono tra le creature più abbondanti del pianeta. Nonostante le loro dimensioni ridotte, conducono una vita estremamente movimentata: tutte le notti nuotano verso la superficie del corpo d'acqua dove si nutrono di microalghe – per poi, di giorno, riscendere verso le profondità, lontano dalla vista dei loro predatori. Questo spesso implica spostamenti di centinaia di metri. In inverno, nei mari freddi, vanno in letargo fino a 2 km di profondità, determinando – per quantità di animali che si spostano – una delle più grandi migrazioni sulla faccia della Terra. I copepodi, per la loro abbondanza e distribuzione diffusa, giocano dunque un ruolo molto importante nel ciclo del carbonio. Si nutrono infatti del fitoplancton, che assorbe - attraverso la fotosintesi - grandissime quantità di carbonio (le microalghe, come abbiamo visto, hanno un ruolo importantissimo nell'assorbimento di CO<sub>2</sub>). Gli escrementi dei copepodi, ricchi di carbonio, precipitano verso le profondità marine, dove si accumulano con i sedimenti marini. In questo modo il carbonio viene di fatto "sequestrato" dal ciclo che potrebbe altrimenti riportarlo nell'atmosfera sotto forma di CO<sub>2</sub>. Quando i copepodi muoiono, anche le loro carcasse cadono sul fondo marino, sottraendo ulteriore carbonio ai processi che lo riporterebbero in atmosfera. Ecco quindi che, rimuovendo grandi quantità di carbonio, principalmente dagli oceani, queste piccole creature aiutano a ridurre l'effetto serra.

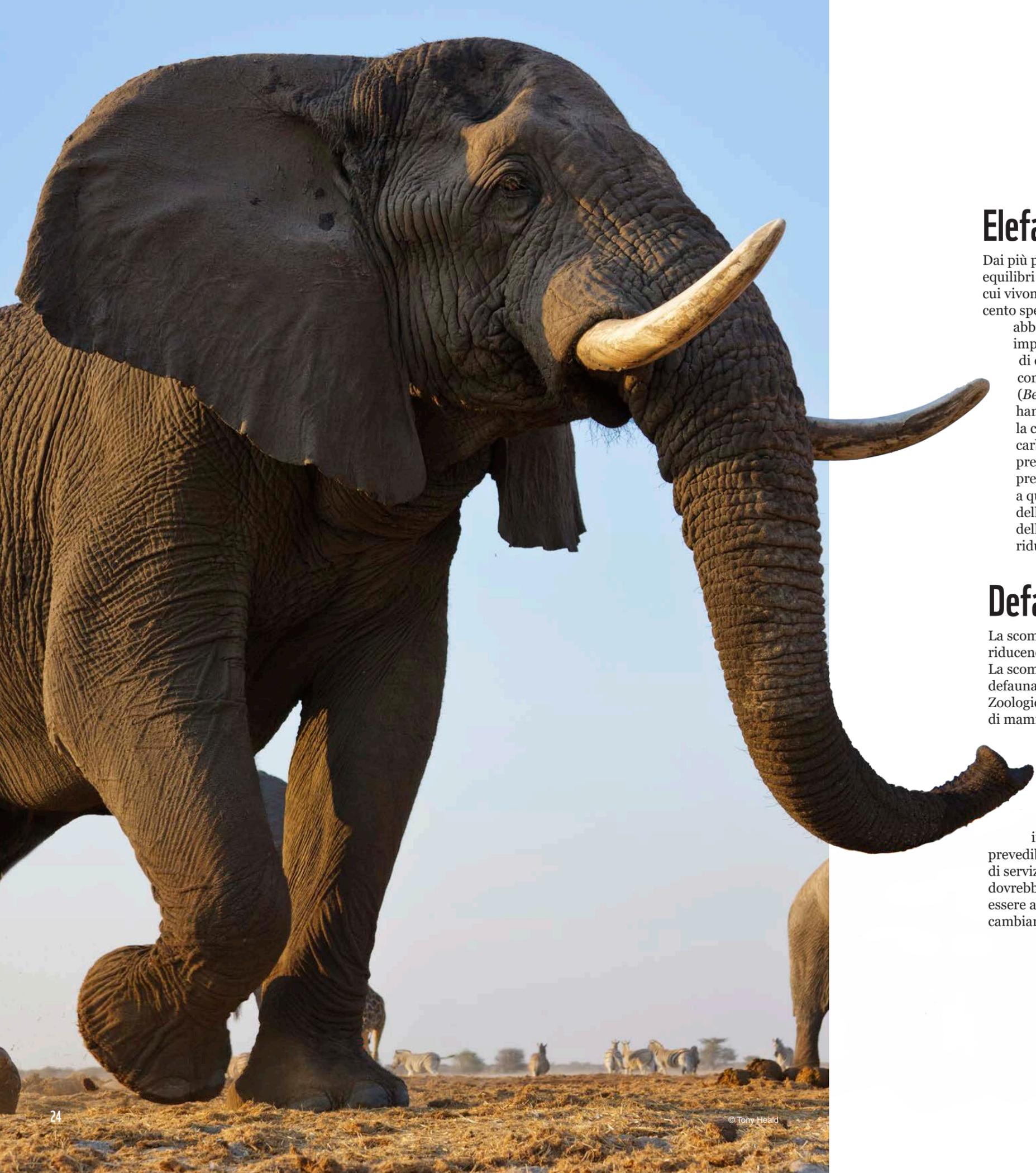
## Il laborioso lavoro delle formiche

Volendo comprendere il ruolo degli animali sui meccanismi climatici non si può non guardare al micromondo delle formiche. Le formiche sul pianeta, con più di 10.000 specie esistenti, rappresentano il 15-25% della biomassa animale totale (Schultz, 2000). Le loro funzioni cruciali in moltissimi ecosistemi sono da tempo conosciute e studiate, ma solo recentemente si è cercato di capire meglio quale possa essere il loro ruolo rispetto al ciclo del Carbonio. Gli scienziati hanno scoperto che le formiche sono uno dei più potenti agenti biologici di decomposizione minerale. La loro azione contribuisce a importanti reazioni chimiche, che portano ad un significativo assorbimento di CO<sub>2</sub> (Ronald I. Dorn; *Ants as a powerful biotic agent of olivine and plagioclase dissolution. Geology 2014; 42 (9): 771-774*). Le formiche, secondo lo studio, accelererebbero infatti l'assorbimento naturale della CO<sub>2</sub> nei suoli, sotto forma di carbonato di calcio, di ben 335 volte rispetto ad ambienti in cui questi insetti sono assenti. Questa straordinaria scoperta potrebbe trasformare le formiche nelle nostre migliori alleate contro il cambiamento climatico. Ancora non è del tutto chiaro in che modo le formiche interagiscano con lo stoccaggio di carbonati nei suoli, ma visto che al mondo si calcola che esistano qualcosa come 10.000 miliardi di formiche varrebbe la pena approfondire queste loro capacità, anche per sviluppare delle tecnologie utili ad affrontare la crisi climatica.

## Non solo termitai

Un'importante lezione del ruolo degli animali nel difficile puzzle del "clima" ci arriva dalle termiti. Già famose per costruire strutture naturali - i termitai - in grado di garantire una temperatura interna costantemente fresca (i termitai hanno infatti ispirato la costruzione di palazzi non dipendenti dall'insostenibile aria condizionata), oggi ci stupiscono per la loro capacità di rafforzare la resilienza delle foreste tropicali di fronte al cambiamento climatico. Gli scienziati hanno infatti constatato che questi preziosi insetti mantengono e rafforzano l'umidità del suolo aiutando gli alberi a sopravvivere alle sempre più frequenti siccità provate dalla crisi climatica nelle foreste tropicali (Ashton, L. A., 2019). L'aspetto più inquietante è che il ruolo di questi piccoli animali è stato scoperto solo per caso, durante uno studio dedicato a capire gli effetti delle siccità nelle foreste asiatiche. Chissà quante altre relazioni cruciali esistono tra gli animali e il loro ambiente che ancora non conosciamo e che rischiamo di mettere a rischio cancellando specie e popolazioni di animali selvatici in tutto il mondo.





## Elefanti: giardinieri per il clima

Dai più piccoli ai più grandi. Anche gli elefanti hanno una funzione molto importante negli equilibri climatici. Questi mega-erbivori modellano in maniera unica le foreste e savane in cui vivono: non solo disperdono e aiutano la germinazione di molti semi - mangiano più di cento specie di frutta - ma sono anche dei potenti bulldozer in quanto calpestano cespugli, abbattano alberi e creano sentieri e radure. Recenti studi dimostrano che il loro impatto sull'abbondanza e la distribuzione di alcune specie di alberi influisce sui livelli di carbonio nella foresta, con implicazioni significative per il clima e le politiche di conservazione. In un documento recentemente pubblicato su *Nature Geoscience* (*Berzaghi F. et al., 2019*), un biologo della Saint Louis University e i suoi colleghi hanno scoperto che le popolazioni di elefanti nelle foreste dell'Africa centrale facilitano la crescita di alberi a crescita lenta con alta densità di legno che sequestrano più carbonio dall'atmosfera rispetto alle specie di alberi a crescita rapida, che sono il cibo preferito dagli elefanti e che accumulano meno carbonio. Poiché gli elefanti di foresta preferiscono cibarsi delle specie a crescita rapida, causano alti livelli di danni e mortalità a queste specie rispetto alle specie a crescita lenta e ad alta densità di legno. Il crollo delle popolazioni di elefanti di foresta causerà probabilmente un aumento dell'abbondanza di specie arboree a crescita rapida a spese delle specie a crescita lenta, e ridurrà la capacità della foresta di catturare il carbonio.

## Defaunazione e crisi climatica

La scomparsa di animali selvatici sembrerebbe di fatto rafforzare la crisi climatica, riducendo la capacità degli ecosistemi di adattarsi ai rapidissimi cambiamenti in corso. La scomparsa degli animali dai loro habitat è anche detta, con un termine più tecnico, defaunazione. È esattamente quello che dice il WWF quando, insieme con la London Zoological Society, denuncia che abbiamo perso quasi il 70% delle popolazioni selvatiche di mammiferi, uccelli, rettili, anfibi, pesci. Questo drammatico crollo - avvenuto in meno di 50 anni - insieme al più volte dichiarato collasso delle popolazioni di invertebrati (si pensi solo agli insetti impollinatori) ha un ruolo molto importante sulla crisi climatica, amplificandone gli effetti e spuntando le nostre armi - e quelle degli ecosistemi - per affrontare la crisi e ridurre gli impatti. La defaunazione ha con profonde conseguenze a cascata (effetto domino), che vanno dalle co-estinzioni locali e globali di specie che interagiscono tra loro (se si riduce drasticamente la popolazione di specie prede è prevedibile che si riduca in proporzione la popolazione di specie carnivore) alla perdita di servizi ecologici critici per l'umanità. Data la dimensione del problema la defaunazione dovrebbe ricevere lo status di importante cambiamento ambientale globale e dovrebbe essere affrontata con la stessa urgenza della deforestazione, dell'inquinamento e del cambiamento climatico.

# COMBATTERE IL CAMBIAMENTO CLIMATICO CON LA NATURA

## Le Nature based Solutions

L'IUCN definisce le soluzioni basate sulla natura (NbS) come "azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi naturali o modificati che affrontano le sfide sociali in modo efficace e adattivo, fornendo contemporaneamente benessere umano e benefici per la biodiversità" (Cohen-Shacham et al., 2016). Di fronte al cambiamento climatico, che sta portando ad un aumento sia della frequenza che dell'intensità di alcuni eventi meteorologici estremi (Forzieri et al. 2016), le NbS possono contribuire significativamente alla riduzione del rischio di disastri (DRR), migliorare la gestione dell'acqua e contribuire alla sicurezza alimentare in uno scenario dove il cambiamento climatico aumenterà i propri impatti a scapito del nostro benessere. Il funzionamento degli ecosistemi, che sono al centro delle NbS, può ridurre gli effetti avversi innescati dall'impatto delle attività umane sul clima, diminuendo così il rischio e l'intensità dei disastri. Per esempio, le soluzioni basate sulla natura possono ridurre il rischio di alluvioni e inondazioni attraverso il miglioramento della gestione delle acque meteoriche e il ripristino dei bacini idrografici, che a sua volta riduce il rischio di inondazioni dei fiumi e di deflusso nei sistemi fognari (Raymond et al. 2017). Il ripristino degli ecosistemi costieri può aumentare la resilienza delle aree costiere alle tempeste, alle inondazioni costiere, alle mareggiate e all'erosione costiera (Seddon et al. 2020). Inoltre, le soluzioni basate sulla natura sono spesso meno costose dei tradizionali approcci di ingegneria "grigia" come dighe, argini, barriere contro le tempeste e muri marini (Debele et al. 2019). Queste infrastrutture tradizionali sono di solito molto specializzate e poco versatili, quindi le mutevoli condizioni ambientali e i livelli di rischio di catastrofi dovute al cambiamento del clima rappresentano una grande sfida per queste misure, oltre che un rischio economico per le autorità di gestione. La NbS solitamente non sostituisce l'infrastruttura grigia, ma piuttosto dovrebbe essere integrata con essa in modo che i metodi più tradizionali di gestione del rischio di catastrofi siano integrati o potenziati (Cohen-Shacham, E., 2016). Le attività basate sulla natura, come il restauro degli ecosistemi, l'agroriforestazione, la creazione di spazi verdi e la gestione di parchi e aree protette, possono generare un'ampia gamma di posti di lavoro (Raymond et al., 2017). Si stima ad esempio che la sola rete di aree protette Natura 2000 fornisca 4,4 milioni di posti di lavoro. Un altro esempio famoso è il più grande progetto di restauro in Europa, il parco paesaggistico Emscher in Germania, che in quasi 20 anni ha generato una stima di 85.892 posti di lavoro (WWF e Organizzazione Internazionale del Lavoro, 2020). Gli studi hanno dimostrato che i progetti NbS, per esempio la protezione degli habitat costieri, hanno il potenziale di produrre molti più posti di lavoro per investimento rispetto ai progetti infrastrutturali tradizionali, come nella produzione di carbone, gas e energia nucleare. Le NbS possono inoltre rendere le città più resilienti di fronte al cambiamento climatico. La vegetazione urbana, in particolare la copertura arborea, può aiutare a raffreddare l'aria attraverso l'evaporazione e contemporaneamente fornire ombra aiutando a mitigare l'effetto isola prodotto dal calore urbano. Inoltre, gli studi hanno generalmente dimostrato che gli alberi urbani forniscono significativi benefici economici e di benessere diretti, per non parlare della maggiore biodiversità, della conservazione dell'acqua e della mitigazione dei cambiamenti climatici (Ye et al., 2018). Il valore degli alberi urbani è stato stimato di circa 500 milioni di dollari (Endreny et al., 2017). Negli Stati Uniti, l'US Forest Service stima che oltre 130 milioni di acri di foresta si trovano all'interno o nelle immediate vicinanze alle città (USFS, 2020). Le foreste urbane sono considerate NbS e la ricerca sui vantaggi economici delle foreste urbane negli Stati Uniti ha mostrato un netto risparmio energetico (sia in inverno, sia in estate), oltre ad un miglioramento nella sicurezza e nella salute pubblica (Donovan, G., 2017). Gli studi hanno inoltre mostrato che le foreste urbane hanno il potenziale per creare posti di lavoro e sostenere le comunità (Ecotrust e PolicyLink, 2017).

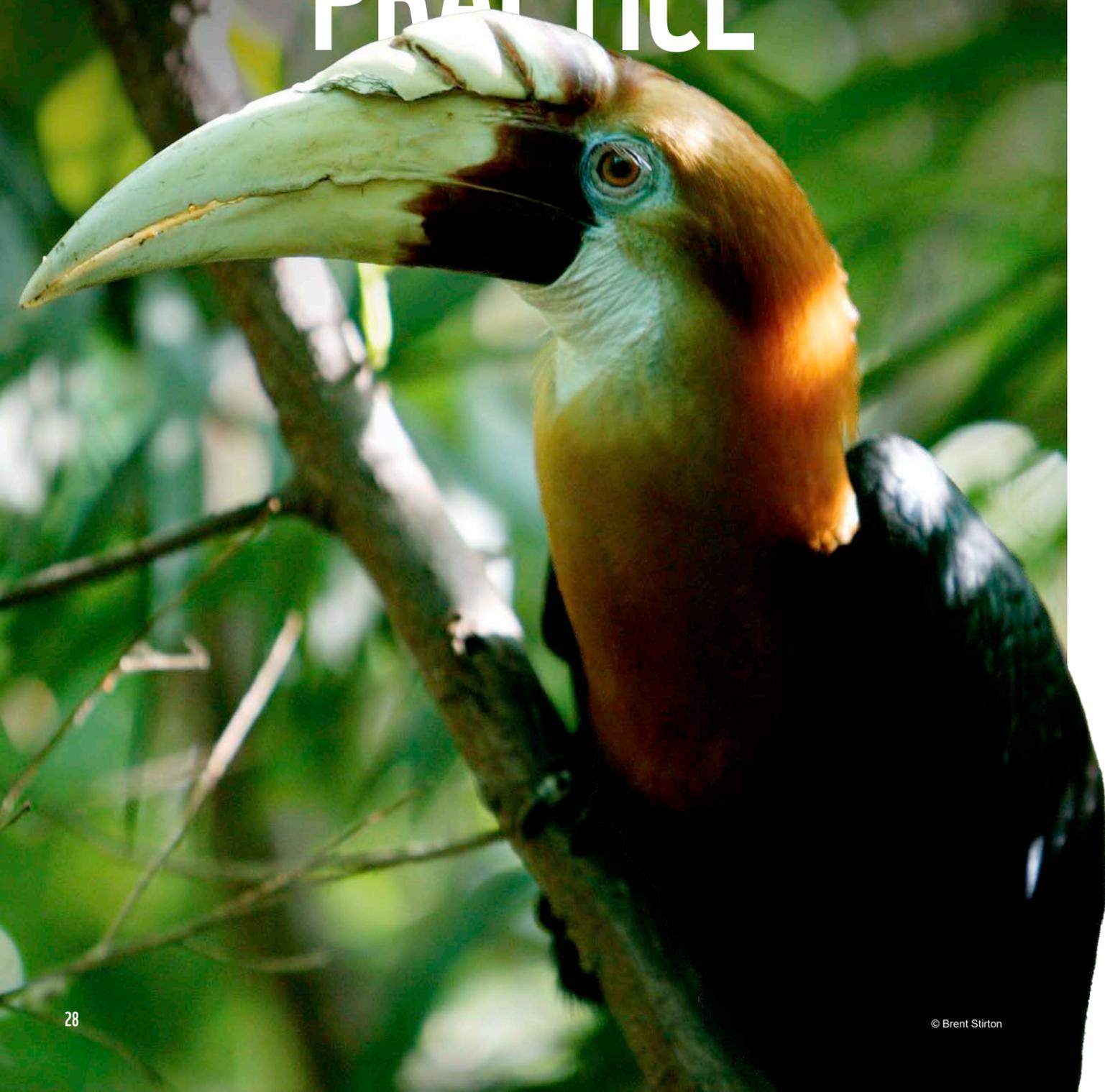
L'analisi dell'impatto economico delle NbS in contesti urbani dimostra che:

Per ogni milione di dollari investito, vengono creati 24 posti di lavoro a tempo pieno;

Per ogni lavoro a tempo pieno creato attraverso progetti di infrastrutture verdi, ne vengono creati altri 2 in settori economici indirettamente collegati.

Va sottolineato comunque che le NbS, soprattutto in ambiente urbano, non possono in alcun modo sostituire la conservazione degli ecosistemi naturali. Conservazione e restauro della struttura e funzionalità degli ecosistemi selvatici rimangono quindi un obiettivo centrale ed irrinunciabile.

# LE BEST PRACTICE



## Colombia

Sebbene il 53,3% del territorio della Colombia sia attualmente ricoperto da foreste, si registra una continua e crescente perdita di ecosistemi forestali. I principali fattori che incentivano gli investimenti in riforestazione sono la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici, la conservazione della biodiversità e la depurazione e fornitura di acqua potabile. Il Governo, nel 2015, ha avviato un piano nazionale di rinaturazione della durata di 20 anni. La Colombia è un paese decentralizzato ed illustra perfettamente il ruolo delle autorità locali ed il coinvolgimento delle comunità nelle attività di rinaturazione.

## Georgia

Con il 40,6% di copertura forestale, la Georgia è il paese più ricco di foreste del Caucaso, rappresentando un hotspot di biodiversità. Le foreste del paese sono particolarmente importanti per la fornitura di legname, legna da ardere, acqua minerale e per i servizi legati al settore dell'ecoturismo. Nonostante manchino studi recenti che attestino lo stato di conservazione degli ecosistemi, il Governo locale, spinto dalle preoccupazioni per la perdita di foreste, ha elaborato diverse politiche, tra cui il Codice Forestale 2020, che include progetti di riforestazione o afforestazione.

## Vietnam

Le foreste del Vietnam hanno subito una forte alterazione e degradazione nel dopoguerra. Nel 1990, si è registrato un calo del 30% della copertura forestale totale. Nel tentativo di restituire i servizi forestali, in particolare quelli associati alla produttività del terreno e alla qualità dell'acqua, il Governo ha promesso di riportare la copertura forestale ai livelli del 1943: il 43% del territorio coperto da foreste. Così, è stato avviato un Piano d'azione Nazionale per la protezione delle foreste, che ha permesso di raggiungere, ad oggi, il 47,2% di copertura forestale. Al fine di sostenere i principali programmi di rinaturazione, sono stati apportati diversi cambiamenti nelle politiche, compreso il coinvolgimento delle comunità locali aumentando i loro diritti sulle risorse naturali.

## Kenya

In Kenya, le foreste attualmente coprono solo il 6,3% del territorio. A partire dal 2010, riconoscendo l'importanza delle sue foreste e il loro stato di minaccia, il Paese si è posto l'obiettivo di garantire il 10% di copertura forestale. Le foreste del Kenya hanno un valore rilevante per i servizi ecosistemici che offrono, in particolare nel settore dell'ecoturismo. Attraverso recenti politiche forestali è stato riconosciuto il ruolo delle autorità e delle comunità locali nei programmi di rinaturazione.

## The Great Green Wall

La Great Green Wall Initiative del Sahel (<https://www.unccd.int/actions/great-green-wall-initiative>) è un esempio di un approccio Nature-based Solutions utilizzato per affrontare e risolvere la problematica del cambiamento climatico e della conseguente mancanza di sicurezza alimentare che affligge molti Paesi. Il Great Green Wall è in fase di sviluppo lungo il confine meridionale del deserto del Sahara, in una delle regioni più povere del Pianeta. Il fenomeno della desertificazione determina una continua espansione del deserto minacciando così il benessere di milioni di persone: la sicurezza idrica e alimentare è in crisi, e ciò innesca conflitti per le risorse naturali e incoraggia una migrazione di massa verso l'Europa (FAO, 2020, *Actions against desertification: The great green wall*). Per questo, 21 fra Paesi africani e Organizzazioni Internazionali collaborano dal 2007 per l'implementazione del Great Green Wall: ripristinare 100 milioni di ettari di territorio e arrestare l'avanzata del deserto del Sahara.

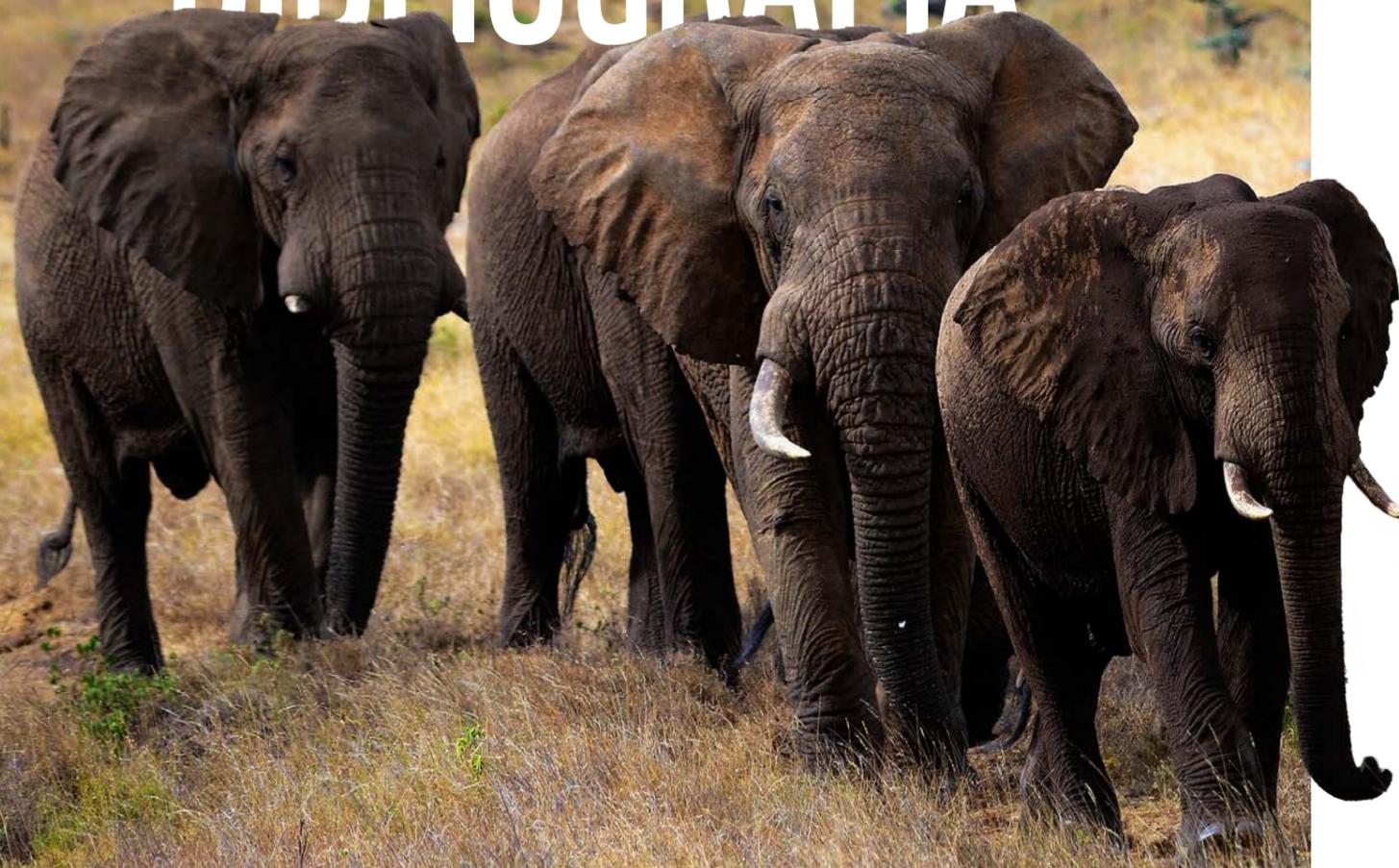
## Italia, Rio Mareta, Vipiteno

Il torrente Rio Mareta, a monte di Vipiteno, in Provincia di Bolzano, fino alla metà degli anni '70 ha subito un intenso prelievo di ghiaia che ha determinato un drastico abbassamento e restringimento del letto del torrente. Nonostante la realizzazione di briglie di consolidamento in cemento, il torrente è esondato più volte in occasione di eventi alluvionali. Per ovviare a tale problema nel periodo 2003-2006 si è intervenuti allargando l'alveo, passando così da una morfologia rettilinea a quella, più naturale, a canali intrecciati. Per tutto il tratto d'intervento il Rio Mareta ha raddoppiato la sua larghezza, offrendo ampio spazio alla dinamica fluviale e all'insediamento della tipica vegetazione ripariale, con la creazione di aree umide. La riqualificazione ambientale e l'ampliamento dell'alveo hanno portato ad una significativa diminuzione del rischio di alluvioni ed hanno permesso una rivalutazione complessiva dell'intera area. Grazie ai lavori sono stati recuperati 6 ettari di habitat ripariali e la rimodellizzazione delle aree spondali a bassa pendenza ha incrementato il valore ricreativo per la popolazione.

**La campagna ReNature Italy di WWF Italia mira a ripristinare almeno il 15% del territorio italiano a beneficio dell'uomo, della natura e per contrastare i cambiamenti climatici. Scopri di più su: [wwf.it/renatureitaly](http://wwf.it/renatureitaly)**



# RIBIBIOGRAFIA



Anderson, J. T., Nuttle, T., Saldaña Rojas, J. S., Pendergast, T. H., and Flecker, A. S. (2011). Extremely long-distance seed dispersal by an overfished Amazonian frugivore. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 278, 3329–3335. doi: 10.1098/rspb.2011.0155

Ashton, L. A., Griffiths, M. H., Parr, L. C. et al. Termites mitigate the effects of drought in tropical rainforest. *Science* 11 Jan 2019: Vol. 363, Issue 6423, pp. 174-177. DOI: 10.1126/science.aau9565

Berzaghi, F., Longo, M., Ciais, F. et al. Carbon stocks in central African forests enhanced by elephant disturbance. *Nature Geoscience*, VOL 12, SEPTEMBER 2019 | 725–729

Chami R., Thomas Cosimano, Connel Fullenkamp, and Sena Oztosun. A strategy to protect whales can limit greenhouse gases and global warming. *Finance & Development*, December 2019, Vol. 56, No. 4 PDF version.

Chanthorn, W., Hartig, F., Brockelman, W.Y. et al. Defaunation of large-bodied frugivores reduces carbon storage in a tropical forest of Southeast Asia. *Sci Rep* 9, 10015 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46399-y>

Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N. et al. Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature* 437, 529–533 (2005). <https://doi.org/10.1038/nature03972>

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). “Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp.

T. Endreny, R. Santagata, A. Perna, C. De Stefano, R.F. Rallo, S. Ulgiati, Implementing and managing urban forests: A much needed conservation strategy to increase ecosystem services and urban wellbeing, *Ecological Modelling*, Volume 360, 2017, Pages 328-335, ISSN 0304-3800, <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.07.016>.

Sisay E. Debele, Prashant Kumar, Jeetendra Sahani, Belen Marti-Cardona, Slobodan B. Mickovski, Laura S. Leo, Federico Porcù, Flavio Bertini, Danilo Montesi, Zoran Vojinovic, Silvana Di Sabatino. Nature-based solutions for hydro-meteorological hazards: Revised concepts, classification schemes and databases, *Environmental Research*, Volume 179, Part B, 2019, 108799, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108799>.

Ecotrust and PolicyLink (2017). *Jobs & Equity in the Urban Forest*. Retrieved from: [https://ecotrust.org/media/Jobs\\_and\\_Equity\\_in\\_the\\_Urban\\_Forest\\_executive\\_summary\\_2\\_16\\_17.pdf](https://ecotrust.org/media/Jobs_and_Equity_in_the_Urban_Forest_executive_summary_2_16_17.pdf).

Donovan, G. (2017). Including public-health benefits of trees in urban-forestry decision making. *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol 22., pp. 120-123.

Dorn, Ronald I. Ants as a powerful biotic agent of olivine and plagioclase dissolution. *Geology* 2014;; 42 (9): 771–774. doi: <https://doi.org/10.1130/G35825.1>

Forzieri, G., Feyen, L., Russo, S. et al. Multi-hazard assessment in Europe under climate change. *Climatic Change* 137, 105–119 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1661-x>

GISTEMP Team, 2021: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4. NASA Goddard Institute for Space Studies. Dataset accessed 20YY-MM-DD at <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.

GLF- Global Landscape Forum (2020) Here stands the great green wall. Retrieved from: <https://news.globallandscapesforum.org/46781/the-great-green-wall-is-officially-4-and-unofficially-18-complete/>.

IPCC, Special Report on Global Warming of 1,5°C, <https://www.ipcc.ch/sr15/>  
Malhi, Y., Franklin, J., Seddon, N. et al. Climate change and ecosystems: threats, opportunities

and solutions. The Royal Society Publishing (2020). <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104>

Peres, C. A., Emilio, T., Schiatti, J., Desmoulière, S. J. M., and Levi, T. (2016). Dispersal limitation induces long-term biomass collapse in overhunted Amazonian forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 113, 892–897. doi: 10.1073/pnas.1516525113

Raymond C. M., Niki Frantzeskaki, Nadja Kabisch, Pam Berry, Margaretha Breil, Mihai Razvan Nita, Davide Geneletti, Carlo Calfapietra. A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, Volume 77, 2017, Pages 15-24, ISSN 1462-9011, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>.

Seddon, N., Chausson, A., Berry, P. et al. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. The Royal Society Publishing, 2020. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>

Schmitz, O. J., Wilmers, C. C., Leroux, S. J. et al. Animals and the zoogeography of the carbon cycle. *Science* 2018: Vol. 362, Issue 6419, eaar3213. DOI: 10.1126/science.aar3213

Ted R. Schultz, 2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences* Dec 2000, 97 (26) 14028-14029; DOI: 10.1073/pnas.011513798

Shoji Naoe, Ichiro Tayasu, Yoichiro Sakai, Takashi Masaki, Kazuki Kobayashi, Akiko Nakajima, Yoshikazu Sato, Koji Yamazaki, Hiroki Kiyokawa, Shinsuke Koike. Mountain-climbing bears protect cherry species from global warming through vertical seed dispersal, *Current Biology*, Volume 26, Issue 8, 2016. Pages R315-R316, ISSN 0960-9822, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.002>.

Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M., 2020. "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia". DOI: 10.25424/CMCC/ANALISI\_DEL\_RISCHIO

UE, 2010. Il ruolo della natura nei cambiamenti climatici. [https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change\\_IT.pdf](https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_IT.pdf)

USFS: US Forest Service (2020). Urban Forest. Retrieved from: <https://www.fs.usda.gov/managing-land/urban-forests>.

UNCCD (2020). The Great Green Wall Initiative. Retrieved from: <https://www.unccd.int/actions/great-green-wall-initiative>

Wang, S., Zhang, Y., Ju, W. et al. Recent global decline of CO<sub>2</sub> fertilization effects on vegetation photosynthesis. *The Royal Society Publishing* (2020). DOI: 10.1126/science.abb7772

WWF, ILO. 2020. Nature Hires: How Nature-based Solutions can power a green jobs recovery.

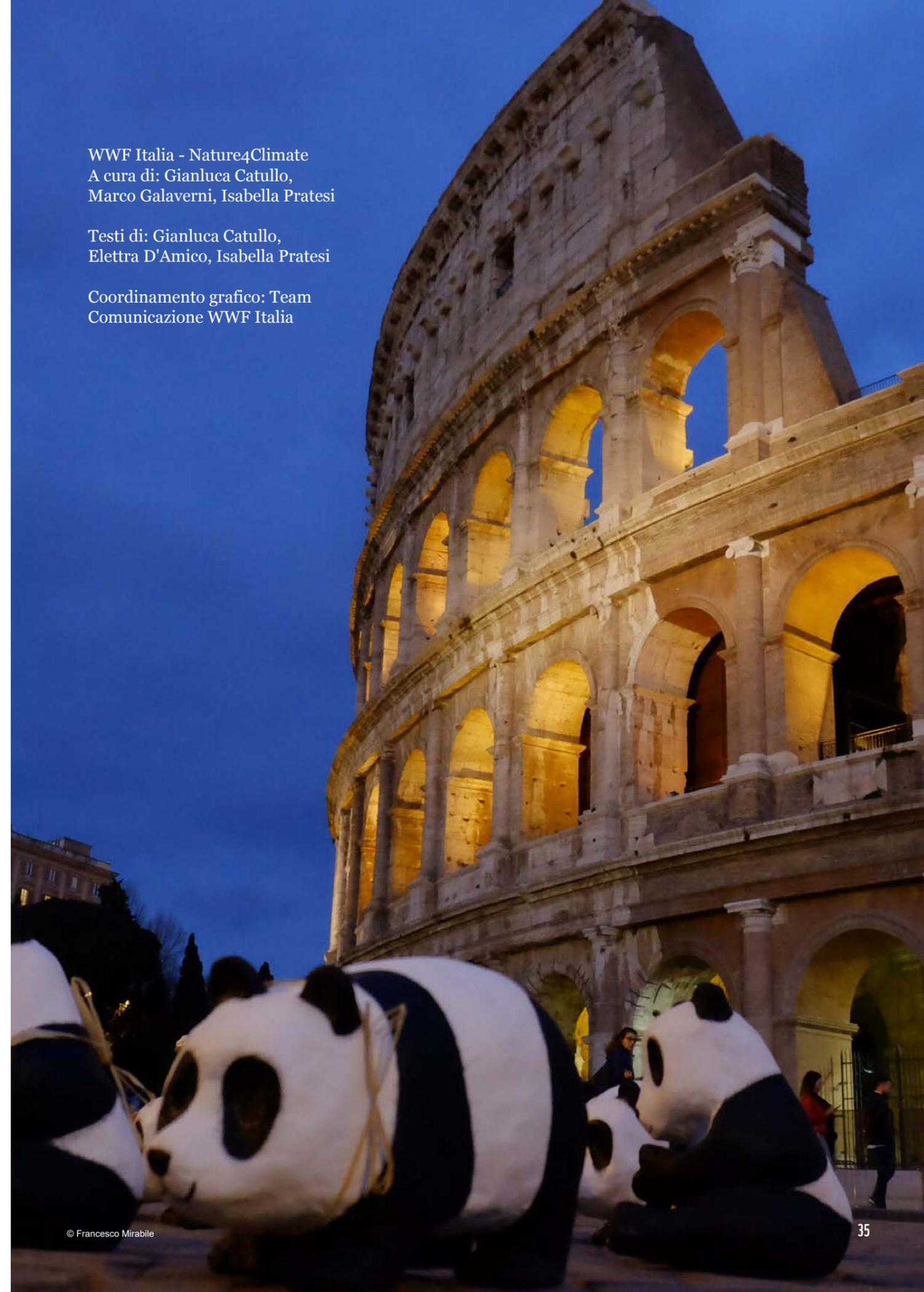
WWF (2020) Living Planet Report 2020 -Bending the curve of biodiversity loss. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland.

Yu Ye, Daniel Richards, Yi Lu, Xiaoping Song, Yu Zhuang, Wei Zeng, Teng Zhong. Measuring daily accessed street greenery: A human-scale approach for informing better urban planning practices, *Landscape and Urban Planning*, Volume 191, 2019, 103434, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.028>.

WWF Italia - Nature4Climate  
A cura di: Gianluca Catullo,  
Marco Galaverni, Isabella Pratesi

Testi di: Gianluca Catullo,  
Elettra D'Amico, Isabella Pratesi

Coordinamento grafico: Team  
Comunicazione WWF Italia





**WWF Italia**  
Sede Nazionale  
Via Po, 25/c  
00198 Roma

Tel: 06844971  
Fax: 0684497352  
e-mail: [wwf@wwf.it](mailto:wwf@wwf.it)  
sito: [www.wwf.it](http://www.wwf.it)