



for a living planet®



Progetto integrato
di monitoraggio
sugli impatti
dei **cambiamenti climatici**
nelle **Oasi WWF**

generazioneclima.wwf.it



*Un progetto WWF-Microsoft
con la collaborazione e il supporto scientifico
dell'Università della Tuscia
nell'ambito della campagna WWF Generazione Clima*

Microsoft®

INDICE

1. I CAMBIAMENTI CLIMATICI E I LORO IMPATTI SUGLI ECOSISTEMI

L'impatto del cambiamento climatico sulla biodiversità	p.5
Gli ambienti marini	p.8
Gli ambienti forestali	p.12
Le aree alpine	p.14

2. I CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE OASI WWF

Il sistema oasi del WWF Italia	p.15
Gli ambienti	p.15
Le specie	p.16
Gli obiettivi	p.16
Le attività	p.17
Prime osservazioni sull'impatto dei cambiamenti climatici nelle oasi WWF	p.18
Zone umide	p.18
Ambienti marini	p.20
Foreste	p.20
Vegetazione: il caso delle Cesine	p.21
Uccelli	p.22
Farfalle	p.23
Anfibi	p.23



3. OSSERVATORIO OASI

Il Progetto integrato di monitoraggio sugli impatti dei cambiamenti climatici all'interno del Sistema Oasi WWF

Gli obiettivi	p.24
Il progetto	p.25
Le attività	p.25
La Fase I	p.26
La Fase II	p.26
Attività 1 → Il monitoraggio degli indicatori ecologici	p.27
Attività 2 → Determinazione del contributo degli ecosistemi naturali delle Oasi in relazione all'assorbimento di carbonio	p.27
Attività 3 → Realizzazione di un centro dimostrativo del progetto all'interno del quale sarà implementata anche un'attività di monitoraggio dei gas serra	p.28
Il contributo di Microsoft a Osservatorio Oasi: la tecnologia al servizio della Natura	p.28
BIBLIOGRAFIA	p.30

1. I CAMBIAMENTI CLIMATICI E I LORO IMPATTI SUGLI ECOSISTEMI

I cambiamenti climatici sono un fenomeno globale, a lungo-termine, con effetti - diretti e indiretti - sull'ambiente, la biodiversità, l'economia, la politica, le istituzioni, le società e le scelte tecnologiche. Possono avere implicazioni internazionali e inter-generazionali che influenzano problematiche sociali di maggiore portata, quali lo sviluppo, la salute, la sostenibilità, l'equità, la pace e la democrazia.

L'impetuosa espansione delle società umane, lo sfruttamento sempre più radicale e non rinnovabile delle risorse naturali e l'inarrestabile crescita demografica costituiscono alcuni dei fattori di maggiore impatto sugli ecosistemi a livello globale, impatto ormai molto vicino se non già apertamente al di là dei limiti di tollerabilità dei sistemi stessi. La probabilità di un cambiamento imprevedibile nel funzionamento dell'ambiente terrestre non è ancora stata quantificata ma è tutt'altro che trascurabile. Nel secolo scorso la popolazione mondiale è passata da 1,6 miliardi a oltre 6 miliardi ed oggi siamo 6,7 miliardi. Questo incremento numerico della popolazione umana è correlato ad un'impennata senza precedenti della nostra impronta ecologica¹ dovuta ad una crescita dell'utilizzo di energia, dei flussi di materia e di risorse biologiche utilizzate, della produzione di rifiuti oltre che ad un aumento della produzione di sostanze chimiche antropogeniche non metabolizzate dalla natura. Non è difficile immaginare cosa questo abbia potuto significare per i sistemi naturali del nostro pianeta. I cambiamenti indotti dalle attività antropiche nel suolo, negli oceani, nell'atmosfera, nella biodiversità, nel ciclo idrologico, nei cicli biogeochimici dei principali elementi, primo tra tutti quello del carbonio, sono chiaramente identificabili rispetto alla variabilità naturale. Molti di questi processi stanno aumentando di importanza. I loro effetti si manifestano nel sistema Terra in modo complesso, interagendo tra loro e con altri cambiamenti a scala locale e regionale secondo andamenti multidimensionali difficili da interpretare e ancor più da prevedere. Per questo gli eventi inattesi abbondano. Negli ultimi decenni il mondo ha accumulato un numero crescente di problematiche irrisolte e ad oggi nessuna area può definirsi non influenzata in qualche modo dall'intervento umano. Questo non fa che confermare come il periodo che stiamo attraversando e che si ritiene sia cominciato in particolare dalla Rivoluzione Industriale, possa essere definito, nell'ambito della geocronologia, Antropocene dalla proposta del premio Nobel Paul Crutzen (2000), proprio sulla base delle evidenze sin ora acquisite che dimostrano la profonda trasformazione che la specie umana ha esercitato sulla Terra.

Il funzionamento del clima del pianeta dipende da forze di grande complessità: la radiazione solare, l'atmosfera, i ghiacci, gli oceani, i suoli, gli organismi viventi e le attività umane. Tale complessità aumenta ulteriormente se si considera che tali "forze" interagiscono l'una con l'altra. Il clima è, inoltre, un sistema non lineare, caratterizzato da fenomeni di difficile

¹ È un indicatore che misura quanto territorio biologicamente produttivo e quanta superficie ricoperta d'acqua vengono utilizzati da un individuo, una città, un paese, una regione o l'intera umanità per produrre le risorse che consuma e assorbire i rifiuti che genera.

descrizione come retroazioni, effetti soglia, resilienze e improvvise fratture. La variazione ad oggi più evidente è il riscaldamento globale della Terra e le anomalie climatiche associate all'emissione di gas responsabili dell'effetto serra.

I risultati di queste osservazioni sono riportati dall'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) che, nel suo ultimo rapporto, mostra chiaramente come si sia verificato un riscaldamento della crosta terrestre di $0,74 \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ negli ultimi 100 anni (1906-2005) che non trova precedenti nel resto del millennio né come tasso di crescita né come durata. L'IPCC sulla base di diverse evidenze scientifiche, conclude che il riscaldamento non è stato però costante negli anni: a fronte di "soli" $0,09^{\circ}\text{C}$ nei primi 50 anni del secolo, gran parte dell'aumento si è concentrato negli ultimi 50 anni con un trend di riscaldamento di $0,65^{\circ}\text{C}$ ($0,13^{\circ}\text{C}$ per decennio) dovuto in gran parte all'aumento della concentrazione di gas-serra in atmosfera. Inoltre, 11 degli ultimi 12 anni (1995-2006) si sono classificati fra i più caldi mai registrati da quando è nata la meteorologia moderna (dal 1850), tra questi il 2002, il 2003, il 2005 e il 2006. E ancora, la temperatura media globale è aumentata più sui continenti che sugli oceani, più in inverno e primavera che in estate e autunno, più di notte che di giorno. Da ciò si deduce come l'incremento dell'effetto serra aggiuntivo tenda a ridurre le escursioni termiche, inducendo però al contempo una maggiore estremizzazione della variabilità climatica (IPCC, 2007).

L'attività umana degli ultimi decenni ha determinato un notevole aumento della concentrazione di anidride carbonica (CO_2) e di altri gas serra in atmosfera. Questi gas di origine antropica aumentano l'opacità dell'atmosfera alla radiazione infrarossa, causando il riscaldamento della superficie del pianeta (effetto serra aggiuntivo). La quantità di CO_2 in atmosfera ha iniziato ad aumentare a partire sostanzialmente dalla rivoluzione industriale: infatti, per un periodo di 10.000 anni fino al 1750 la concentrazione atmosferica della CO_2 è oscillata in un intervallo di 265-280 ppm (parti per milione) mentre, negli ultimi 150 anni, è aumentata raggiungendo nel 2006 il valore di 381 ppm (Canadell *et al.*, 2007), valore superiore al range naturale (180-300 ppm) degli ultimi 650.000 anni (IPCC, 2007) e molto probabilmente degli ultimi 20 milioni di anni (Canadell *et al.*, 2007). In percentuale, l'attuale concentrazione di CO_2 atmosferica è di 0,038% e, dunque, rispetto al valore preindustriale (0,028%), è presente una differenza di 0,010% [$0,038\%$ (valore attuale) - $0,028\%$ (valore preindustriale) = $0,010\%$] che corrisponde ad un incremento del 36%! Il tasso annuo di crescita della concentrazione di CO_2 negli ultimi anni, tra il 2000-2006, è stato di 1,93 ppm/anno, il più alto da quando sono iniziate le misure sistematiche dell'atmosfera (1959) e persino più alto anche dell'ultimo ventennio, che ha avuto un tasso di crescita media di 1,58 e 1,49 ppm/anno rispettivamente negli anni '80 e '90 (Canadell *et al.*, 2007). Tale forte incremento dei livelli di CO_2 in atmosfera è da ricondursi all'utilizzo di combustibili fossili e al disboscamento. Maggiore è la concentrazione di CO_2 in atmosfera maggiore è l'innalzamento delle temperature. Temperature più elevate minano i raccolti agricoli, fondono le riserve montane di nevi e ghiaccio che alimentano i fiumi, causano tempeste più violente, incrementano la siccità, riscaldano gli oceani, determinano acque più alte, fenomeni atmosferici alterati, diffusione e trasmissione di malattie infettive e costituiscono una significativa minaccia per la biodiversità planetaria. Ormai grazie all'analisi delle bolle d'aria "fossili" contenute nei ghiacci antartici siamo in grado di verificare scientificamente quale

fosse il contenuto di anidride carbonica nell'atmosfera di quei periodi. Le ricerche sono giunte a valutare la presenza di anidride carbonica fino ad 800.000 anni fa ed hanno dimostrato come, da allora ad oggi, non è mai stato presente un contenuto così elevato di anidride carbonica nell'atmosfera che raramente ha raggiunto livelli di 280-290 ppm e rarissimamente quello di 330 ppm (Luthi *et al.*, 2008).

L'impatto del cambiamento climatico sulla biodiversità

Il ruolo della biodiversità è fondamentale non solo per mantenere le capacità evolutive dei sistemi naturali stessi ma anche per garantire l'importantissima base di funzioni e servizi messi gratuitamente a disposizione delle società umane, da cui strettamente dipendiamo. Questi servizi, che rientrano nell'immenso valore della biodiversità, moderano gli estremi climatici e i loro impatti, permettono la dispersione dei semi, mitigano siccità e piene, proteggono gli uomini dai raggi ultravioletti, riciclano i sali nutrienti, proteggono le rive dei fiumi e le coste dall'erosione, detossificano e decompongono i rifiuti, controllano gli organismi nocivi per l'agricoltura, generano e conservano i suoli e ne rinnovano la fertilità, contribuiscono alla stabilità climatica, purificano aria e acqua, regolano gli organismi vettori di malattie, provvedono all'impollinazione delle piante.

Le capacità di adattamento degli esseri viventi ai cambiamenti sono connaturate con le caratteristiche evolutive stesse delle specie: se il cambiamento climatico avviene in modo lento e graduale, i sistemi naturali, gli ecosistemi, gli organismi hanno capacità di adattamento genetiche e comportamentali. La specie umana, in particolare rispetto alle altre specie, possiede capacità maggiori di adattamento grazie alla tecnologia e alla trasmissione culturale molto sviluppata. In condizioni di cambiamento graduale, il cambiamento climatico in generale non può essere sempre associato ad un concetto di danno rilevante, in quanto sussiste il tempo necessario per sfruttare al meglio le nuove opportunità e reagire adeguatamente a quelle che si riducono. Se, però, il cambiamento climatico avviene in tempi troppo rapidi non permette né ai sistemi naturali né a quelli umani di adattarsi alle nuove condizioni. Di conseguenza il cambiamento climatico è associato ad un concetto negativo in quanto i danni possono essere rilevanti e i benefici piuttosto scarsi. Non va, infatti, dimenticato come, per esempio, le più grandi catastrofi e estinzioni di massa del passato siano associate a cambiamenti climatici repentini, quali quelli conseguenti all'impatto sulla superficie terrestre di asteroidi o a grandi eruzioni vulcaniche. Si teme che il rapido mutamento in atto non consenta agli organismi del sistema terrestre e, quindi, alla biodiversità presente sul Pianeta, di adattarsi causando così la rottura dei delicati equilibri dinamici raggiunti a partire dall'ultima glaciazione.

La composizione e la distribuzione geografica di molti ecosistemi (foreste, praterie, deserti, sistemi montani, laghi, zone umide, oceani, ecc.) tenderanno a trasformarsi secondo le modalità con le quali le singole specie risponderanno ai cambiamenti climatici. Un aumento di temperatura ha conseguenze sulle specie innanzitutto di carattere fenologico e fisiologico,

cioè nella scansione delle attività stagionali e vitali di animali e piante. Modifiche nei tempi di fioritura, di migrazione, di letargo, di deposizione delle uova e nelle diverse fasi dei cicli vitali, nella distribuzione spaziale sono già stati osservati e ci forniscono informazioni preziose sui mutamenti che stanno avendo luogo in risposta ai cambiamenti climatici (Parmesan e Yohe, 2006). Un aumento di pochi gradi centigradi ha già causato lo spostamento di individui di alcune specie molto più a nord dell'attuale limite settentrionale (IPCC, 2007). Laddove questi spostamenti fossero ostacolati dalla frammentazione² e distruzione degli habitat - che rompono la continuità territoriale - la rapidità del cambiamento climatico attuale potrebbe minacciare o danneggiare in maniera irreversibile alcuni ecosistemi e, dunque, la biodiversità stessa. D'altra parte è opportuno notare che la situazione è molto più complessa, infatti il problema principale dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità è che determineranno una completa riconfigurazione delle relazioni ecologiche tra le specie (predazione, parassitismo, competizione, ecc.); ad esempio si potrebbe assistere allo spostamento di popolazioni, ove possibile, con quelle delle specie più generaliste che espanderanno i loro areali, mentre altre, più specializzate, potrebbero ridursi o contrarre la loro area di diffusione.

Purtroppo anche la possibilità di connettere il territorio pone nella realtà molte problematiche. Infatti, così come è molto più semplice distruggere un habitat rispetto a ricostruirlo, predire che un'area non sarà più idonea a lungo a causa della perdita di una risorsa fondamentale è più semplice del predire che un'area lo diverrà in futuro (Mustin *et al.*, 2007).

A complicare ulteriormente la possibilità di intervenire per contenere l'impatto dei mutamenti climatici sussiste anche l'estrema difficoltà di predire oggi se un'area diverrà in futuro più o meno idonea per una certa specie.

Anche le principali specie forestali e alcune specie di piante, in base ad alcune ricerche effettuate in Europa, Nord America e Giappone, con l'aumento della temperatura media globale, hanno anticipato progressivamente tutte le fasi vitali (emissione delle foglie, fioritura e fruttificazione) di circa 10-15 giorni negli ultimi 50 anni, con gravi danni all'equilibrio dinamico esistente tra le componenti vegetali, animali e del suolo delle foreste. Questo effetto sembra essere causato dall'anticipo della primavera stimato in 2,5 giorni per decennio e dal ritardo dell'autunno stimato in 1 giorno per decennio, che "allungano" la stagione calda.

In Europa e Nord America, nel corso degli ultimi 30 anni in primavera eventi come la gemmazione di alcune specie di piante e i tempi di schiusa di bruchi di diverse specie si stanno verificando in anticipo (van Asch e Visser, 2007). Alcuni dei più suggestivi esempi di rapidi cambiamenti nelle abitudini delle specie a causa di cambiamenti climatici si trovano negli uccelli migratori e nel loro calendario di migrazione (Hüppop e Hüppop, 2003) e riproduzione (Dunn, 2004). Il quadro che emerge mostra che, per molte specie che si riproducono nell'emisfero boreale, si è assistito, nel corso della seconda metà del 20° secolo,

² La frammentazione ambientale influenza fattori e processi ecologici a tutti i livelli gerarchici (dall'individuo all'ecosistema e al paesaggio) e a scale spaziali e temporali differenti. Ha effetti maggiori dove vi sono specie con ridotte capacità dispersive ed elevata specializzazione ecologica (come avviene, ad esempio, negli ambienti estremi). Nei frammenti le popolazioni, isolate e ridotte di dimensioni, mostrano una maggiore vulnerabilità agli eventi casuali.

ad un arrivo anticipato nei siti di riproduzione in risposta ai cambiamenti nella disponibilità stagionale di cibo (Lehikoinen *et al.*, 2004). Per gli uccelli migratori, il periodo della migrazione primaverile è uno dei principali fattori che influenza il periodo stesso di riproduzione. Questo potrebbe essere la conseguenza di una flessibilità fenotipica o di fenomeni di micro-evoluzione (Jonzén *et al.* 2006, 2007b, Both 2007). Quest'ultimo aspetto, in particolare, è stato approfonditamente studiato da un gruppo di ricercatori tedeschi (Berthold *et al.*, 1992). Dagli anni '60 il numero di capinere (*Sylvia atricapilla*) che, dai quartieri riproduttivi in Germania e Austria, "sceglievano" di svernare in Inghilterra invece che in Spagna, è via via aumentato fino a raggiungere in soli trent'anni il 7% della popolazione totale. Gli stessi autori hanno dimostrato che tale carattere fenologico viene trasmesso geneticamente alla prole, rappresentando un fattore di rapida micro-evoluzione. Alla base di ciò si ritiene che l'aumento medio delle temperature nel nord Europa, insieme ad altri fattori di origine antropica, abbia giocato un ruolo decisivo. Infatti, la frazione di capinere che, di anno in anno, prendeva la direzione "sbagliata" verso l'Inghilterra, non subiva più la drastica controselezione dovuta alle rigide temperature invernali d'oltre manica, ma sopravviveva proprio grazie agli inverni più miti.

In questo caso i cambiamenti climatici hanno favorito l'insorgere di un interessante fenomeno evolutivo; eventuali conseguenze sulle comunità ornitiche locali non sono al momento note.

Drammatica appare la situazione per quanto riguarda gli Anfibi, probabilmente la Classe di Vertebrati a maggior rischio globale di estinzione. Recenti studi (Pounds *et al.*, 2006) dimostrerebbero una correlazione molto stretta tra l'innalzamento medio delle temperature nelle aree tropicali e la forte espansione del fungo patogeno *Batrachochytrium dendrobatidis* in grado di provocare infezioni letali per diverse specie di Anfibi Anuri. Tale agente patogeno verrebbe facilmente diffuso, soprattutto dagli spostamenti di uomini e animali e dai traffici commerciali, fino a causare delle epidemie diffuse di chitridiomicosi. La conclusione a cui giungono gli studiosi è che probabilmente uno dei fattori chiave che determinano, su larga scala, l'estinzione degli Anfibi, va ricercato proprio nel fenomeno del riscaldamento globale. Studi condotti in Italia, in particolare nel Lago Trasimeno, dai ricercatori del Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia (Di Rosa *et al.*, 2007) dimostrerebbero che non solo la chitridiomicosi legata al riscaldamento climatico è causa del rischio di estinzione degli Anfibi, ma che ad esso concorrono anche altri fattori complessi di deterioramento ambientale.

Per l'Europa, e in particolare per l'area mediterranea, il progressivo incremento delle temperature medie condiziona fortemente e negativamente la sopravvivenza dei mammiferi endemici³ (di cui la regione è molto ricca), più specializzati e quindi più sensibili al mutare dei parametri ambientali, con conseguente drastica riduzione della biodiversità (Levinsky *et al.*, 2007). Inoltre il riscaldamento su ampia scala associato ad anomalie climatiche a scala regionale determina esplosioni demografiche per alcune specie e mortalità massive per altre, maggiori frequenze di eventi epidemiologici e un generale cambiamento nella composizione delle comunità animali e vegetali, con alterazione del rapporto tra le specie.

³ Si dicono endemici animali o piante presenti esclusivamente in un territorio circoscritto.

Inoltre a tutti questi effetti si aggiungono in maniera sinergica, come minaccia alla biodiversità, l'espansione di specie aliene, la modificazione degli usi del suolo, l'inquinamento e l'eccessivo sfruttamento delle risorse.

Infatti, l'Europa ha avuto nell'ultimo secolo un innalzamento della temperatura di 0,94°C, quindi superiore a quello globale. I dati italiani sono in linea con quelli dell'intera Europa: è stato stimato circa 1°C di innalzamento per le temperature del nostro Paese sempre relativamente agli ultimi 100 anni. Quindi il trend su 100 anni della temperatura atmosferica media in Italia risulta essere più alto del trend su 100 anni della temperatura atmosferica media globale (IPCC, 2007).

Gli ambienti marini

Mari e oceani rivestono un ruolo fondamentale nel ciclo del carbonio in quanto, ricoprendo la maggior parte della superficie del pianeta, scambiano grandissime quantità di CO₂ con l'atmosfera. Il cambiamento globale in ambiente marino non si manifesta solamente attraverso l'incremento della temperatura media degli oceani ma anche nella lenta ma progressiva diminuzione del pH. Tale fenomeno, noto come "acidificazione degli oceani" (Gattuso e Duffy, 2007) consiste in un'alterazione degli scambi di CO₂ tra l'atmosfera e le acque marine, con un conseguente abnorme accumulo di CO₂ negli oceani. La riduzione del pH oceanico oltre i naturali limiti di oscillazione, fenomeno in taluni bacini già apprezzabile, comporta l'alterazione dell'habitat e la compromissione per numerosissimi organismi marini, dalle alghe calcaree ai molluschi muniti di conchiglia o di valve agli organismi muniti di esoscheletro calcareo come i coralli. Tutti questi fattori incidono sull'ecologia e la biologia delle specie marine del Mediterraneo, uno dei mari più ricchi del mondo per biodiversità, con un'eccezionale presenza di specie endemiche (EEA, 2006). Si pensi che nel Mediterraneo, la cui area rappresenta lo 0,82% dell'area totale degli oceani della Terra, è presente l'8-9% della fauna marina mondiale. (EEA, 2006). Il Mar Mediterraneo sta perdendo le sue caratteristiche distintive (Mollo *et al.*, 2008). La sua grande ricchezza è seriamente minacciata dai cambiamenti climatici che, combinati con altri fattori naturali e antropici, favoriscono l'immissione e la proliferazione delle specie aliene: 1) dall'Oceano Atlantico, attraverso lo stretto di Gibilterra; 2) dal Mar Rosso attraverso il canale di Suez (spostamenti definiti migrazioni "lessepsiane" dal nome dell'architetto che ha progettato il canale) e 3) attraverso l'introduzione intenzionale o accidentale da parte dell'uomo tramite i trasporti commerciali, gli organismi incrostanti delle chiglie delle navi, l'acquacoltura e l'acquariologia (Mollo *et al.*, 2008.) Il numero di specie aliene ammonta oggi nel Mediterraneo a circa 750 tra animali e vegetali con un flusso che, negli ultimi anni, è di 1 nuova specie ogni 6 mesi (Andaloro *et al.*, 2006.) Solo nel campo della fauna ittica sono state rilevate 110 nuove specie di pesci, che corrispondono al 20% dei pesci indigeni che popolano il nostro mare, quasi tutti di origine tropicale e subtropicale, motivo per cui si ritiene che il Mediterraneo tenda ad andare verso una tropicalizzazione, ossia la comparsa ed espansione delle specie termofile all'interno del bacino (Andaloro *et al.*, 2002.) Per fare qualche esempio dal 1995 a oggi ci sono 3 specie in

più di ricciole, la ricciola fasciata (*Seriola fasciata*), la ricciola atlantica (*Seriola rivoliana*) e la ricciola carpenteri (*Seriola carpenteri*), arrivate attraverso l'atlantico assieme al pesce palla (*Sphoeroides cutaneus*), a un piccolo scorfano (*Scorpaena maderensis*) e a 2 specie di barracuda, *Sphyraena chrysotaenia* e *Sphyraena flavicauda*, parenti dell'autoctono barracuda mediterraneo (*Sphyraena sphyraena*.) Attraverso le migrazioni lessepsiane sono giunti nel Mediterraneo il pesce flauto (*Fistularia commersonii*), la triglia striata (*Upeneus pori*), la triglia dorata (*Upeneus moluccensis*), due specie erbivore appartenenti alla famiglia dei Siganidi (*Siganus rivulatus* e *Siganus luridus*), lo sgombro tigre (*Scomberomurus commerson*.).

Altre specie immesse che si sono adattate alle nostre condizioni climatiche sono: il pesce siluro (*Silurus glanis*), che sta dilagando nel Po e in altri fiumi italiani, è stato, probabilmente, importato da acquariofili. Mentre la vongola nostrana (*Tapes decussata*) è stata completamente soppiantata in Adriatico dalla vongola filippina (*Tapes philippinarum*), importata dai coltivatori di molluschi, assieme all'ostrica (*Crassostea gigas*), perché più grandi e più riproductive delle nostre. Un altro canale d'ingresso è rappresentato dalle acque di zavorra delle navi cisterna. Lo scarico incontrollato di queste acque, prelevate in mari tropicali e non trattate in modo adeguato, costituisce un importante veicolo di specie non indigene, che stanno modificando rapidamente la biodiversità in prossimità dei maggiori porti italiani.

La maggior parte delle specie tropicali sono inoltre molto più competitive di quelle mediterranee, essendosi evolute in condizioni di rapidi cambiamenti naturali. In particolare il Mar Rosso costituisce un ambiente molto selettivo, dove convivono circa 1.500 specie diverse (contro le circa 550 del Mediterraneo), per cui, una volta che riescono a trovare una nicchia favorevole, possono facilmente dilagare.

Il Mediterraneo, oltre all'immigrazione delle specie aliene tropicali, sta assistendo a un vero e proprio fenomeno di cambiamento della distribuzione della fauna ittica, noto come meridionalizzazione e riconducibile alle mutazioni climatiche. La meridionalizzazione fa sì che nei mari italiani si stia verificando una forte espansione verso nord dell'areale di distribuzione di pesci tipici mari caldi del Mediterraneo, come il pesce balestra (*Balistes carolinensis*), il pesce pappagallo (*Sparisoma cretense*), che alcuni anni fa viveva solamente a Lampedusa e che oggi è presente lungo tutte le coste della Sicilia, la donzella pavonina (*Thalassoma pavo*) e molti altri ancora (Andaloro e Passarelli, 2004).

Nell'estate del 1999, in concomitanza con le elevate temperatura dell'acqua fino ad oltre 40 metri di profondità, si è verificata una massiva mortalità di antozoi e altri animali (molluschi, briozoi, tunicati e spugne) nel mar Ligure e nelle coste della Provenza in Francia (Perez *et al.*, 2000). I coralli colpiti erano: gorgonie rosse (*Paramuricea clavata*), gorgonie bianche (*Eunicella singularis*), gorgonie gialle (*Eunicella cavolinii*), gorgonie verrucose (*Eunicella verrucosa*), coralli rossi (*Corallium rubrum*) e molte altre specie con livelli di mortalità molto elevati. Questi episodi non sono rimasti isolati. Nelle colonie di *Parazoanthus axinellae* la moria si è ripetuta per alcuni anni, riducendo notevolmente la presenza di questa specie a Portofino e in altre zone del mar Ligure. Anche in questo caso, la moria deve essere attribuita alle alte temperature e alla proliferazione di agenti patogeni e cianobatteri del genere *Porphyrosiphon* (Cerrano *et al.*, 2006). Nel 2003 si sono registrate nuove morie di gorgonie

rosse e madrepora nel Mediterraneo, che questa volta hanno colpito non solo le coste della Francia e dell'Italia, ma anche le acque della Spagna, dovute al forte incremento delle mucillagini. La moria ha coinvolto oltre il 60% delle colonie di queste specie (Cerrano *et al.*, 2004). In tutti i casi, la moria coincideva con le anomale temperature delle acque.

Negli ultimi decenni, gli episodi di sbiancamento dei coralli, fenomeno che si verifica per l'espulsione dell'alga che vive in simbiosi con il corallo conferendogli il tipico colore e la capacità di fotosintesi) con conseguente diffusa mortalità, hanno interessato zone del Mediterraneo occidentale ed orientale.

Effetti dei cambiamenti climatici si sentono anche sulla produttività primaria e secondaria dei sistemi costieri con proliferazione di "mucillagini" e fioriture algali dannose, oltre al favorire l'insorgenza di malattie negli organismi marini, con forti ripercussioni sull'industria turistica, sull'agricoltura e sulla pesca e allevamento. Questi effetti sono ulteriormente rafforzati da altre azioni umane che poco o niente hanno a che fare con il clima e consistono nella modificazione degli habitat e nell'inquinamento delle acque con elementi che entrano nel ciclo biologico. Inoltre, lo sforzo di pesca eccessivo tende a ridurre le specie che si trovano al vertice delle catene trofiche, semplificando le stesse e lasciando spazio a specie opportuniste, la cui prevalenza produce perdita di biodiversità e un incremento nei fenomeni che destabilizzano gli equilibri dinamici dell'ecosistema marino (Corselli e Boero, 2007).

Molti ricercatori stanno inoltre studiando gli effetti dei cambiamenti climatici sulle esplosioni di meduse che sempre più frequentemente stanno colpendo le coste del Mediterraneo. In modo analogo alla natura pulsante del loro ciclo vitale, le meduse vanno e vengono stagionalmente, dando vita, anche nelle circostanze più naturali e inalterate, a "bloom" estivi. Anche specie oloplanctoniche (che trascorrono tutta la vita in sospensione) aumentano di numero in primavera o estate, quando le fonti di cibo abbondano. Indipendentemente però dai cambiamenti stagionali correlati con la disponibilità di risorse alimentari altri eventi sembrano influenzare il numero di meduse presenti in alcuni ecosistemi. Nel corso degli ultimi decenni, l'aumento dell'impatto antropico sugli oceani ha determinato cambiamenti reali e dati scientifici dimostrano come in molti casi questi favoriscano le esplosioni di meduse (Mills, 2001). Tra questi effetti l'aumento di nutrienti, l'occupazione di nicchie ecologiche lasciate libere da specie ittiche che si sono ridotte a causa del sovrasfruttamento, fenomeni di aggregazione meccanica dovuta a correnti e altri fattori oceanografici (fronti termici o alini), runoff fluviali. E ancora, i cambiamenti climatici in atto possono influire sui cicli naturali delle meduse. In mare, infatti, la temperatura gioca un ruolo molto più importante che non sulla terra ferma. In generale gli organismi marini sono scarsamente influenzati dai fenomeni "meteorologici" mentre i cambiamenti climatici, anche alterazioni di frazioni minime di grado, sono in grado di generare squilibri nelle fasi di sviluppo larvale o reclutamento di specie pelagiche. Esplosioni di meduse e ctenofori evidenziano picchi che potrebbero essere in relazione con l'avvicendamento di fasi climatiche correlate alla temperatura, salinità, al ciclo

di oscillazione nord-atlantica (NAO⁴) al PDO⁵ o ENSO⁶ (Purcell, 2005). Aumenti nelle dimensioni di popolazioni strettamente correlate a temperature più calde sono state rilevate in 11 specie delle zone subtropicali, degli ambienti temperati e sub-artici. Esperimenti su specie temperate, infatti, riportano una maggiore e più rapida produzione di meduse a temperature più calde e un'influenza della salinità particolarmente importante per le specie estuarine. Temperatura e salinità influenzano i tassi di riproduzione asessuale⁷ di scifomeduse e idromeduse direttamente attraverso metabolismo, e, indirettamente, attraverso la disponibilità di prede. Tre specie di scifozoi⁸ del Mare del Nord e un'idromedusa mesopelagica hanno, però, fatta eccezione rispetto a tale andamento (Purcell, 2005). Una specie di medusa tropicale è stata decimata dalle insolite condizioni di caldo e salinità causate da El Niño a Palau. I cambiamenti climatici hanno, infatti, effetti complessi a livello ecosistemico e di conseguenza le cause principali dei bloom di meduse sono difficili da rilevare. Il riscaldamento degli oceani potrebbe quindi alterare la distribuzione delle meduse, incrementarne la presenza stagionale e aumentare l'abbondanza delle specie temperate-boreali. Popolazioni di meduse che vivono in prossimità della massima soglia termica accettabile potrebbero subire conseguenze negative a causa del riscaldamento del Pianeta.

In alcuni casi, infatti, i "bloom" appaiono come incrementi a lungo-termine nelle dimensioni di popolazioni autoctone. In altri casi, popolazioni subiscono regolari fluttuazioni, apparentemente correlati con il clima, con il risultato di periodiche fioriture. Ma l'incremento di meduse più dannoso a cui stiamo assistendo negli ultimi decenni è causato dall'aumento graduale, in diverse regioni, di fioriture di popolazioni di specie non autoctone.

Nel corso del prossimo millennio, a livello globale, si assisterà nelle popolazioni di meduse a massicci aumenti ma anche a drastiche riduzioni, soprattutto nelle zone costiere gravemente impattate dalle attività umane. Molte specie di meduse rientrano già oggi, su scala globale, nel grave processo della perdita di biodiversità.

⁴ L'acronimo sta per North Atlantic Oscillation, è un indice calcolato in base alle differenze di pressione atmosferica che si registrano ai due estremi dell'Oceano Atlantico (nelle Azzorre e in Islanda). È l'indice che maggiormente condiziona il clima della nostra penisola e in particolare l'area del Mediterraneo occidentale.

⁵ L'acronimo sta per Pacific Decadal Oscillation è una fluttuazione a lungo termine delle delle temperature superficiali del Pacifiche: a cicli irregolari (di circa 18-20anni) fasi positive e negative si alternano portando vistosi cambiamenti nella circolazione atmosferica

⁶ L'acronimo sta per El Niño-Southern Oscillation è una fluttuazione termica e pressoria del sistema oceano-atmosfera. Le conseguenze principali di tale fenomeno si riscontrano tra le acque dell'oceano indiano e quelle del pacifico.

⁷ Gli scifozoi hanno un ciclo vitale che comprende una fase asessuata polipode e una sessuata medusoide. Il processo di riproduzione asessuata consiste in una serie di divisioni trasversali del corpo con cui lo scifopolipo dà origine a numerose larve mobili (efire), che si trasformano a poco a poco in meduse (scifomeduse). Le scifomeduse hanno, invece, sessi separati e si riproducono in seguito a fecondazione, dando origine ad una larva ciliata che a sua volta si trasforma in polipo, chiudendo il ciclo.

⁸ Scifozoi, classe appartenente al Phylum dei celenterati, comprende circa 200 specie tra più grandi e note meduse (dette anche scifomeduse) diffuse in tutti i mari. Tra queste i generi *Aurelia*, *Pelagia* e *Rhizostoma*, presenti anche nel Mediterraneo.

Gli ambienti forestali

Con l'innalzamento delle temperature gli alberi più sensibili, come il faggio, il castagno e il carpino nei prossimi 100 anni potrebbero andare incontro a estinzioni locali ed essere soppiantati da piante opportuniste, come le infestanti. Dai dati raccolti dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio condotto dal Corpo Forestale dello Stato nel 2005, sulla base di circa 30.000 punti inventariali, viene documentato che la superficie forestale nazionale è pari a circa 10 milioni di ettari, rispetto agli 8 milioni censiti nel precedente inventario del 1985, con un incremento totale del 23%. Le regioni che presentano una superficie forestale più alta sono la Sardegna e la Toscana, con circa 1 milione di ettari ciascuna, seguite da Piemonte e Lombardia con circa 800.000 ettari. La conoscenza della notevole dipendenza dell'uomo dalle foreste è ormai nota: esse non offrono soltanto legno e altri prodotti, ma assumono un ruolo multifunzionale fondamentale. Posseggono funzioni ambientali connesse alla tutela della biodiversità, partecipano all'equilibrio del ciclo dell'acqua, contribuiscono al miglioramento del paesaggio, forniscono protezione del suolo e dalle catastrofi naturali, sono una fonte di materia ed energia rinnovabile e svolgono un'importante funzione didattica e ricreativa, oltre ad assumere un ruolo mitigatore nei confronti dei cambiamenti climatici e globali ambientali, agendo come serbatoi di carbonio (Marchetti e Mariano, 2006). A fronte di un'emissione netta nell'atmosfera di circa 170 Gton negli ultimi 150 anni, le foreste hanno assorbito circa 80 Gton, a livello planetario: quasi il 50% di tutto il carbonio assorbito è metabolizzato dagli ecosistemi terrestri. In Italia, le foreste coprono circa un terzo della superficie nazionale ma assorbono più del 50% di tutto il carbonio bloccato dagli ecosistemi terrestri (Programma CONECOFOR, Controllo degli Ecosistemi Forestali).

Il riscaldamento del clima, assieme all'inquinamento atmosferico, sta però avviando una fase di forte instabilità negli ambienti forestali stessi, con un peggioramento delle cenosi mature, determinato da una generale rottura delle relazioni ecosistemiche. Gli effetti dei cambiamenti climatici previsti sulle foreste italiane riguardano la progressiva "disgregazione" degli ecosistemi forestali, dei quali solo poche componenti potranno migrare in aree più adatte ai mutati scenari climatici, mentre la maggior parte di esse saranno destinate all'estinzione, almeno a livello locale. Un processo di "disgregazione" è già in atto nelle foreste più sensibili ai cambiamenti climatici, in quanto strettamente dipendenti dall'abbondanza di acqua negli strati superficiali del suolo. Negli ultimi anni sono stati osservati i primi sintomi strettamente dipendenti dall'abbondanza di acqua negli strati superficiali del suolo (Petriccione, 2007). È il caso dei querceti planiziali del Bosco di Palo (nei dintorni di Roma), oasi del WWF, e del Parco Lombardo del Ticino (nei pressi di Milano), entrambi localizzati in aree dove il livello della falda freatica si è abbassato a causa dell'eccessivo prelievo in falda a scopi irrigui ma anche con un certo contributo dell'inaridimento del clima. In entrambi i casi si sono verificate ripetute ed estese morie di grandi alberi di farnia, cerro e carpino bianco, che hanno frammentato e disgregato la foresta.

Gli effetti, invece, già oggetto di osservazioni riguardano un anticipo medio di 3 giorni ogni 10 anni di tutte le fasi vitali (emissione delle foglie, fioritura e fruttificazione) delle principali delle

specie forestali. Tutti i cicli naturali sono già oggi anticipati fino a 15 giorni rispetto a 50 anni fa. La soglia di danno è, però, stata raggiunta e superata per la prima volta nell'estate 2007 nelle foreste dell'Italia Centrale: le querce caducifoglie e il faggio hanno perso nel corso dell'anno, in media, da un terzo ad un quarto del fogliame (primo evento in 20 anni di monitoraggio). Questa rappresenta sicuramente una prima conferma macroscopica di sintomi di disgregazione del patrimonio forestale. Gli ecosistemi di alta montagna sono tra i più sensibili al cambiamento climatico: la riduzione della copertura nevosa, generalmente in grado di isolare il suolo dall'ambiente circostante mantenendo la temperatura prossima agli 0°C e creando un ambiente favorevole all'attività microbica, aumenta la frequenza del congelamento e dei cicli di gelo e disgelo del suolo, causando un aumento della mortalità dell'apparato radicale e della biomassa microbica. Inoltre, l'elevata biodiversità e la concentrazione di endemismi, presenti nella maggior parte delle aree alpine, nonché la loro scarsa capacità di migrazione, rendono la maggior parte delle specie alpine altamente vulnerabili. Recenti studi effettuati sulle Alpi Centrali dimostrano il progressivo spostamento in aree più elevate di specie vegetali di alta quota. Recentissime osservazioni effettuate sugli Appennini centrali evidenziano una tendenza all'adattamento degli ecosistemi di alta quota ad un aumento dell'aridità: in questi casi, la composizione specifica ha subito cambiamenti, negli ultimi dieci anni, dell'ordine del 10-20%, con preoccupanti sintomi di un processo di degenerazione ormai in atto (incremento delle specie vegetali più adattate all'aridità ed agli stress e parallela diminuzione di quelle più adattate a maggiore disponibilità idrica, basse temperature e maggiore innevamento) (Petriccione, 2007).

Considerata la grande velocità e la fortissima inerzia dei fenomeni climatici, l'unica possibile risposta per limitare i danni che i cambiamenti climatici stanno determinando e produrranno sempre più nei prossimi anni a carico delle foreste appare la messa in atto di provvedimenti volti a favorire il loro adattamento. Si tratta di rafforzare le misure di protezione delle aree di rifugio e dei tipi forestali più minacciati (foreste planiziali e di alta montagna), di istituire reti di aree protette in grado di favorire la migrazione delle specie sulla spinta dei cambiamenti climatici ed infine di rafforzare tutti i programmi di monitoraggio (come il Programma CONECOFOR), per poter disporre di un efficace sistema di primo allarme delle conseguenze in atto, su scala nazionale.

Le aree alpine

Le aree alpine stanno subendo un grave impatto anche dal punto di vista dell'estensione dei ghiacciai. In Italia la superficie dei ghiacciai, circa 500 km², è andata incontro, nel corso del Novecento, ad una prolungata fase di regresso (salvo la transitoria avanzata tra gli anni '70-'80), con un'accelerazione dal 2003. Sulle Alpi, nel corso degli ultimi 150 anni, il 50% della superficie glaciale è scomparsa a causa dell'aumento della temperatura e della diminuzione delle precipitazioni nevose. Ad esempio, i ghiacciai di Moncorvè (Gran Paradiso) e di Indren (Monte Rosa) mostrano una situazione estremamente differente da quella a cui si era abituati; nel ghiacciaio di Indren non è più possibile praticare lo sci estivo; il ghiacciaio di Lys dal 1812 è arretrato di 1,5 km (Mercalli, 2007). Alla regressione dell'habitat alpino è associata la scomparsa anche della fauna ad esso associata. L'ermellino (*Mustela erminea*), mammifero tipico dei boschi, ma soprattutto delle praterie di quota, distribuito nell'emisfero settentrionale, in Italia vive solo sulle Alpi. Lo scioglimento precoce delle nevi lo espone ad un rischio di predazione più elevato. Anche il fringuello alpino (*Montifringilla nivalis*), piccolo passeriforme delle montagne europee e asiatiche, in Italia vive sulle Alpi e sui massicci dell'Appennino centrale. È un animale particolarmente adattato alle severe condizioni climatiche invernali, che non ne penalizzano il successo riproduttivo. È viceversa una specie particolarmente sensibile al riscaldamento climatico. Lo stesso dicasi per l'Arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*), piccolo roditore distribuito nelle montagne d'Europa e dell'Asia alle alte quote, per la stella alpina (*Leontopodium alpinum*), il fiore simbolo delle Alpi (presente anche sull'Appennino con una specie gemella: la stella alpina dell'Appennino *Leontopodium nivale*), pianta erbacea legata alle condizioni estreme d'alta montagna, terreni poveri e con poco suolo. Tutte le specie rupestri e montane potrebbero subire sensibili riduzioni delle popolazioni a causa del riscaldamento del clima, con gravi ripercussioni sui delicatissimi equilibri di questi ecosistemi.

Secondo proiezioni globali, a causa dell'azione combinata del riscaldamento globale e della degradazione degli habitat, entro il 2050, il 25% delle specie mondiali saranno estinte (Thomas *et al.*, 2004). Anche se questo dato fosse ridotto a un decimo, sarebbe comunque di una gravità non sottovalutabile.

2. I CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE OASI WWF

Il Sistema Oasi del WWF Italia

Le Oasi sono da oltre 40 anni il progetto di conservazione più importante del WWF Italia: un patrimonio di 130 aree naturali per circa 37.000 ettari di territorio distribuiti in ogni angolo del Paese. Con la loro varietà di ambienti e specie, le Oasi rappresentano nel loro insieme un Sistema di aree protette complesso e articolato, il più vasto gestito da un'Associazione privata in Italia e tra i primi in Europa.

Grazie alle Oasi, il WWF ha contribuito sensibilmente alla tutela di luoghi, ecosistemi, della flora e della fauna; ha introdotto milioni di adulti e bambini alla conoscenza della natura e migliorato il rapporto con l'ambiente; stimolato e patrocinato la ricerca scientifica su ecosistemi, specie e conservazione della biodiversità; fornito esempi di gestione attiva e sostenibile dell'ambiente e delle risorse, favorendo così la nascita e la crescita di un professionismo in questo campo e in quello delle economie legate alla tutela e alla valorizzazione dell'ambiente.

Gli ambienti

Nelle Oasi sono rappresentati quasi tutti gli ambienti naturali del nostro paese, tanto da costituire un sistema omogeneo e ampiamente rappresentativo degli ecosistemi naturali italiani: dalle praterie alpine alle coste di gesso, dall'insieme di stagni, laghi e paludi alle foreste mediterranee, dalle cime innevate alle steppe, dalle faggete alle siepi campestri. Tra i paesaggi meno conosciuti vi sono i calanchi (Oasi di Atri) e le gravine (Monte Sant'Elia). Nell'Oasi di Guardiaregia si trovano alcuni abissi tra i più imponenti d'Italia: Pozzo della Neve (1.048 m) e Cul di Bove (913 m), e sono nelle Oasi abruzzesi i canyon straordinari del Sagittario e le cascate naturali perenni del Rio Verde, le più alte dell'Appennino. Il sistema di zone umide delle Oasi WWF è il più vasto e complesso d'Italia. Il cratere degli Astroni è l'unico ben conservato del sistema vulcanico dei Campi Flegrei.

Monte Arcosu è parte della foresta sempreverde più estesa del Mediterraneo. Le Oasi di Vanzago e Policoro ospitano esempi relitti di boschi planiziali. Così le oasi di Persano e Alviano con tasselli superstiti di boschi riparati.

Tra gli habitat presenti nelle Oasi 76 sono stati individuati come meritevoli di conservazione da parte della Comunità europea, di cui 20 prioritari, come le lagune (Orbetello), le steppe salate di salicornia (Saline di Trapani), le dune costiere (Burano) o le caratteristiche foreste a galleria di salici e pioppi (Persano).

Le specie

Tra i primi beneficiari dell'azione di tutela del WWF sono le specie animali e vegetali che popolano le Oasi. Il censimento della biodiversità nelle Oasi è attualmente in corso, ma i dati a disposizione dimostrano l'importanza del Sistema per la conservazione della straordinaria biodiversità italiana. Molte delle specie presenti nelle Oasi sono considerate a rischio sia a livello nazionale che internazionale, tra queste la lontra, la lepre appenninica, l'orso bruno marsicano, il cervo sardo, rapaci come il nibbio reale, l'astore sardo e il falco lanario, pesci di acqua dolce come l'alborella appenninica, il ghiozzo padano, la trota macrostigma e tra le piante il fiordaliso del Sagittario, il fiordaliso di Taormina, la stella alpina appenninica, il cardo canuto.

Gli obiettivi

Con la tutela e gestione delle proprie aree protette, il WWF intende:

- conservare campioni rappresentativi di ecosistemi particolarmente rari o minacciati, aree di eccezionale valore naturalistico ed habitat di specie in pericolo di estinzione;
- sensibilizzare ed educare alla salvaguardia e al rispetto della natura;
- sviluppare adeguate ricerche scientifiche per la conservazione anche in rapporto allo studio di tecniche di utilizzazione razionale delle risorse naturali;
- sviluppare metodologie e tecniche di gestione adeguate agli obiettivi di tutela, che possano inoltre costituire un valido esempio per la protezione delle aree gestite da altri soggetti;
- sperimentare, laddove possibile e tenendo conto delle priorità di conservazione, modelli di sviluppo compatibile con la salvaguardia dell'ambiente.
- utilizzare il sistema di oasi per realizzare progetti di conservazione ad ampio respiro e più alta efficacia (a scala nazionale e/o internazionale), promuovendo contemporaneamente azioni coordinate in numerose aree protette;
- utilizzare le Oasi come soggetti catalizzatori di attività di conservazione su area vasta, soprattutto in funzione degli obiettivi ecoregionali.

Le attività

La principale attività delle Oasi è naturalmente legata alla tutela di ambienti e biodiversità. Molti i **progetti di conservazione**, legati alle specie (lontra, cicogna, anatre selvatiche, cervo sardo, farfalle, flora a rischio, ecc.) o alla riqualificazione ambientale (aree umide, rimboschimenti, ambienti agrari). Nell'insieme, tramite le Oasi il WWF ha contribuito a salvare o a migliorare la situazione per molte specie minacciate o rare; tra le più note: il lupo, la lontra, il cervo sardo, la tartaruga marina, il cavaliere d'Italia, il fenicottero, e tante altre.

*Fondamentale è poi l'azione svolta dai 15 **Centri di Recupero Animali Selvatici (CRAS) e Centri di Recupero e Ricovero per Animali Selvatici ed Esotici (CRASE)**, un insieme di strutture distribuite sull'intero territorio nazionale, che accolgono animali raccolti in condizioni di difficoltà da cittadini ed Istituzioni, li curano con adeguate tecniche veterinarie, li riabilitano alla vita selvatica e quindi, quando possibile, li rilasciano nel loro ambiente naturale. Ogni anno sono migliaia di animali (in particolare gheppi, poiane, civette, allocchi, assioli, volpi, tassi, ricci, caprioli) che vengono curati nei CRAS, per la stragrande maggioranza di casi "vittime" dell'impatto con l'uomo o le attività umane: investimenti automobilistici, fucilate illegali, avvelenamenti. Esistono poi 3 CRASE che accolgono animali esotici spesso sequestrati dal Corpo Forestale dello Stato perché commerciati o detenuti in cattività illegalmente: centinaia di pappagalli di specie molto rare come le amazzoni di cuba o l'ara giacinto, ma anche piccole scimmie amazzoniche o iguane, mantenuti nei centri WWF di Roma, Semproniano (Grosseto) e La Torbiera (Novara).*

Fin dall'inizio le Oasi sono state sede di una fruttuosa **ricerca scientifica**. Centinaia sono i lavori promossi dal WWF e altrettanti quelli ospitati: Università, ricercatori, tesisti, praticanti ricevono ogni anno stimoli, tranquillità, assistenza per studi sulla biologia. Molti di questi lavori rappresentano tuttora gli unici studi esistenti sulle specie animali e vegetali presenti nelle Oasi e hanno rappresentato importanti informazioni per poter prendere decisioni sulle strategie di conservazione di tali aree.

Le Oasi infine, anche le più piccole, offrono molte opportunità di sviluppo socio-economico, sia diretto che indotto, attraverso la gestione ordinaria, i campi di lavoro e volontariato, attività ed eventi, ma anche grazie al potere di attrazione che esercitano spontaneamente sul pubblico. Alcune Oasi, ad esempio le Oasi affiliate di Penne, Galbusera Bianca e di Capra Matilda, sono utilizzate anche per attività produttive compatibili come l'agricoltura biologica. Lo stesso si sta programmando nelle Oasi di Vanzago, di Monte Sante Elia e di Orbetello.

PRIME OSSERVAZIONI DELL'IMPATTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE OASI WWF

In Italia si sta assistendo a fenomeni e ad eventi riconducibili ai cambiamenti climatici anche nelle Oasi WWF. In particolare: effetti sulla fenologia, con anticipo dei cicli stagionali e vitali degli organismi, spostamenti verso nord e verso l'interno di specie, morie di alberi, criticità nelle aree umide e soprattutto in quelle costiere, aumento di specie opportunistiche e arrivo di nuove specie.

Le Oasi del WWF sono dei territori utili per misurare e osservare le trasformazioni che i nostri ecosistemi stanno subendo a causa del riscaldamento del mare e dell'atmosfera. Quelli che seguono rappresentano alcuni eventi o fenomeni già osservati nelle Oasi in cui è ipotizzabile che i cambiamenti climatici abbiano avuto un ruolo diretto o associato ad altre cause quali forme di sfruttamento intensivo e degrado ambientale.

Con il Programma Clima-Oasi e quindi con un programma di monitoraggio costante e diversificato, si avranno maggiori informazioni, utili sia per la gestione delle singole aree sia per l'integrazione della banca dati generale sui fenomeni in atto.

Zone umide

Le zone umide rappresentano il terzo gruppo di ambienti (dopo le foreste e le praterie/savane) per numero di specie minacciate: il WWF Italia si occupa della conservazione di questi peculiari ambienti, rinnovando il suo impegno attraverso l'individuazione strategica e la gestione di molte delle zone umide d'importanza internazionale presenti in Italia. Dal Veneto alla Basilicata passando per la Toscana e la Puglia il WWF, all'interno delle sue Oasi, tutela zone umide riconosciute dalla Convenzione di Ramsar. In base a questa Convenzione, siglata nel 1971, si intendono per zone umide "le paludi e gli acquitrini, le torbiere oppure i bacini naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente dolce, salmastra o salata, ivi comprese le distese di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non supera i 6 m". Per la loro collocazione geografica ed ecologica, intermedia tra l'ambiente terrestre e quello acquatico, le zone umide rivestono un'importanza fondamentale nel mantenimento degli equilibri idrologici del territorio, nel controllo delle inondazioni e dei processi di erosione e nella mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici. Hanno inoltre un'importante funzione come crocevia per i flussi migratori e costituiscono siti di nidificazione e riproduzione degli uccelli.

Le zone umide possiedono una ricchezza di specie estremamente rilevante in quanto presentano un mosaico di microhabitat nei quali molte specie riescono a trovare le condizioni ottimali per la sopravvivenza, comprese le specie eurialine e euriterme, capaci di tollerare ampie oscillazioni di salinità e temperatura.

Nel tempo le zone umide hanno subito una drastica diminuzione: nel mondo circa il 26% delle aree umide sono state prosciugate per far posto all'agricoltura o interrate per lo sviluppo urbano; in Italia, tra il 1938 e il 1984, sono andati perduti il 66% degli ambienti umidi.

Molti di questi ambienti stanno a tutt'oggi subendo gravi squilibri come conseguenza delle profonde perturbazioni indotte dall'uomo sul sistema climatico. È il caso dell'Oasi di Persano (all'interno della Riserva naturale Foce Sele - Tanagro) istituita nel 1980 per tutelare gli habitat e la fauna di un invaso artificiale posto lungo il medio corso del fiume Sele. L'area, situata nei Comuni di Serre e Campagna (SA), ha un'estensione di 110 ettari, 70 dei quali occupati dal bacino idrico. A causa dei cambiamenti climatici in atto e della conseguente riduzione delle precipitazioni meteoriche, la stagione estiva vede scomparire il lago e ridursi ad un rigagnolo d'acqua l'alveo del fiume Sele; problematica che, a seguito di periodi invernali con scarso innevamento, si acuisce ulteriormente. La riduzione è tanto drammatica che i gestori della diga, costruita nel 1934 per facilitare la ripresa dell'ecosistema fluviale, non riescono a captare l'acqua per cui hanno ottenuto le concessioni.

La riserva naturale del Lago di Burano, classificata anch'essa come zona umida di importanza internazionale secondo la convenzione di Ramsar, all'estremità meridionale della Maremma grossetana, nel comune di Capalbio, è uno stagno costiero salmastro, relitto di un antico lago, oggi collegato con il mare attraverso un canale parzialmente artificiale che viene aperto a seconda delle esigenze di gestione. Lo specchio d'acqua ha una superficie di 140 ettari e una profondità media di 1 m. Le sponde del lago sono ricoperte da scirpo (*Scirpus maritimus*), giglio d'acqua (*Iris pseudacorus*) e cannuccia di palude (*Phragmites australis*). Analogamente all'Oasi di Persano questa riserva naturale sta subendo un grave impatto il cui aspetto più evidente, negli ultimi 4-5 anni, è l'enorme riduzione del canneto. L'ipotesi più accreditata per spiegare la sofferenza del canneto è quella dell'ingresso del cuneo salino⁹. Tale ingresso è sicuramente imputabile all'abbassamento dell'acqua dolce della prima falda, dovuta essenzialmente alla riduzione delle piogge e all'emungimento delle acque per scopo irriguo.

Anche gli specchi d'acqua della Riserva naturale delle Cesine, ultimo tratto superstite della vasta zona paludosa che si estendeva da Brindisi ad Otranto, vanno incontro a periodiche regressioni dovute alle ondate di siccità. Questo sta comportando per questa zona umida di interesse internazionale, che si trova lungo una delle principali rotte migratorie e che ospita numerosissime specie di uccelli acquatici, un cambiamento generale della tipologia degli habitat che la caratterizzano, costituiti da dune, aree palustri, bosco misto, lecceto, macchia mediterranea e zone coltivate.

⁹ Il cuneo salino costituisce l'interfaccia che si viene a creare, nelle zone costiere, quando l'acqua dolce (più leggera) proveniente dall'entroterra si unisce all'acqua salata (più pesante) del mare. L'equilibrio tra i due fluidi è determinato dal livello del mare, dalla sua salinità, dall'altezza della falda e dalle condizioni dell'acquifero. A causa dei cambiamenti climatici in atto, che determinano un generale innalzamento del livello del mare, e della crescente urbanizzazione delle regioni costiere, che determina un aumento dello sfruttamento delle acque di falda per usi civili e agricoli, si sta turbando l'equilibrio tra i due fluidi con effetti che determinano infiltrazioni di acque salate nei terreni, fino ad alcuni chilometri dalla costa, con conseguenze che riguardano il deterioramento della risorsa idrica e processi di desertificazione di tali aree.

E ancora, l'Oasi umida della Bula, in provincia di Asti in Piemonte, area ricca di stagni, laghetti, isolotti, lanche, canneti dopo essere stata recuperata dal degrado dovuto a scavi di materiali inerti lungo la sponda del fiume Tanaro, deposito di rifiuti e sede di attività illecite, è oggi soggetta a lunghi episodi di secca a causa dell'abbassamento della falda acquifera.

Gli ambienti marini

Oggi un'infinità di specie animali e vegetali alloctone o loro uova, larve, cisti e spore si stabiliscono in aree diverse da quelle di origine, grazie a fattori ne favoriscono il successo competitivo. Tra questi, dopo il sovrasfruttamento ittico e il degrado ambientale, ha un ruolo emergente il cambiamento climatico che ha portato, nel caso delle acque mediterranee, ad un innalzamento della temperatura, soprattutto nel bacino di levante, facilitando la penetrazione, l'affermazione e il successo di specie aliene subtropicali e tropicali. È quanto sta avvenendo nella Riserva marina di Miramare nel Golfo di Trieste, dove negli ultimi anni si sono registrati alcuni cambiamenti nella comunità ittica e più in generale nella composizione di specie presenti nell'area marina protetta, con l'inserimento di specie tipiche di acque più calde. In particolare, l'osservazione costante delle comunità ha permesso il rilevamento di specie che si spostano dalla costa croata e slovena verso quella italiana. Per le sue caratteristiche geomorfologiche, la parte triestina del Golfo è caratterizzata, nel periodo invernale, da basse temperature dell'acqua, che costituiscono di fatto una barriera per le specie termofile che vivono più a sud. Negli ultimi anni si è osservato un aumento, anche se minimo, delle temperature dell'acqua nel Golfo di Trieste che ha probabilmente favorito la risalita di specie che prima non venivano osservate. In particolare si sono aggiunte alle specie presenti e monitorate all'interno della riserva marina: la spugna a canna d'organo (*Haliclona mediterranea*), che vive su pareti rocciose ben illuminate, fondali detritici, comune su fondali ad alghe coralline, dai 15 ai 40 m di profondità formando placche massicce e molli, ramificate o incostranti. il peperoncino giallo (*Tripterygion delaisi*), un pesce che vive su fondali duri fino a 40 m di profondità, il cui nome comune deriva dalla livrea maschile assunta durante il periodo riproduttivo. E ancora è comparsa la donzella (*Coris julis*) pesce strettamente costiero che vive nei fondali rocciosi o con praterie di posidonia (*Posidonia oceanica*). Di contro, la cosiddetta quercia marina (*Fucus virsoides*), un'alga bruna più legata a temperature fredde, è in sensibile regressione.

Le foreste

L'impatto dei cambiamenti climatici incide anche sulla produttività delle foreste, sulla loro biodiversità, sulla diffusione di patologie e deperimenti, sull'incidenza degli incendi boschivi. L'Oasi di Bosco di Palo (nel comune di Ladispoli, litorale laziale a nord di Roma) è un'area protetta caratterizzata da habitat molto peculiari tra cui gli ultimi residui di foresta planiziale del litorale tirrenico, sia sempreverde sia caducifoglie, dominata dal cerro (*Quercus cerris*) e,

all'interno del bosco, particolari zone umide chiamate "piscine" che rappresentano veri e propri affioramenti della falda freatica, dove l'acqua è presente da ottobre/novembre fino ai primi di giugno. Si tratta di un ambiente tipico dei boschi tirrenici che purtroppo va rapidamente scomparendo a causa dell'irrazionale sfruttamento ed imbrigliamento delle acque sotterranee. Non solo le piscine, anche il prezioso querceto planiziale dell'Oasi costituisce uno dei primi esempi riscontrati in Italia di disgregazione forestale causata dai cambiamenti climatici in atto. A causa dell'abbassamento della falda freatica e di un prolungato inaridimento del clima si sono verificate intense e ripetute morie di alberi di cerro.

Un evento simile si è verificato anche nella Riserva regionale WWF del bosco di Vanzago – anch'esso bosco planiziale in provincia di Milano - che insieme al vicino Parco Lombardo del Ticino ha evidenziato lo stesso fenomeno. Nel caso di Vanzago sono morti e caduti numerosi alberi di farnia (*Quercus robur*).

Anche nella Riserva naturale del Cratere degli Astroni, tra Napoli e Pozzuoli, si stanno verificando le stesse criticità nella popolazione relitta di farnia.

Probabilmente legato allo stress idrico è l'aumento di patologie in un'altra quercia, la sughera (*Quercus suber*): segnali di malessere si riscontrano nella Riserva naturale del Lago di Burano (Caparbio), nella Maremma Toscana, e nell'Oasi di Monte Arcosu, in Sardegna.

Anche i pregiati boschi delle Oasi di Valmanera, Bosco del Lago, e il Verneto, tutte situate in Piemonte in provincia di Asti, risentono pesantemente dell'aumento delle temperature.

Vegetazione: il caso delle Cesine

È possibile ipotizzare che il fenomeno del riscaldamento globale abbia avuto il ruolo di concausa nel favorire o accelerare la scomparsa di alcune specie floristiche più mesofite: molte specie rare attualmente presenti in stazioni puntiformi potrebbero essere a rischio di scomparsa in un prossimo futuro. All'opposto, il riscaldamento climatico ha probabilmente contribuito nel favorire la diffusione di specie esotiche macroterme (come ad esempio specie sudamericane e australiane) che, introdotte in passato per interventi di rimboschimento, hanno oggi acquisito una notevole invasività e spesso necessitano di specifici progetti di eliminazione per la forte competizione con le specie native.

Nell'area delle Cesine si assiste alla spontaneizzazione di specie con tali caratteristiche, tra cui l'eucalipto rosso (*Eucalyptus camaldulensis*) e l'acacia saligna (*Acacia cyanophylla*), come se l'aumento climatico avesse prodotto condizioni più idonee alla germinazione dei loro semi. L'*A. cyanophylla* oltre che dalle mutate condizioni climatiche è favorita anche dagli incendi che ne aumentano la terminabilità, comportandosi anche da specie pirofile. Il fenomeno della spontaneizzazione interessa, sebbene in misura meno marcata, anche il cipresso (*Cupressus sempervirens*).

Gli uccelli

Nelle Oasi WWF si stanno riscontrando alcuni fenomeni già evidenziati in studi e monitoraggi più generali dedicati all'avifauna. Tra questi, l'evidenza di un anticipo della migrazione primaverile di alcune specie. L'arrivo anticipato in Italia, e quindi anche nelle Oasi WWF, è legato alle alte temperature nell'Africa sub-sahariana in febbraio e marzo e alle abbondanti piogge nel Nord Africa: il peggioramento delle condizioni ecologiche/ambientali è quindi, con buona probabilità, la causa che provoca l'anticipo nelle partenze. Le specie oggetto dello studio sono: il beccafico (*Sylvia borin*), il canapino maggiore (*Hippolais icterina*), la balia nera (*Ficedula hypoleuca*), il codiroso (*Phoenicurus phoenicurus*), il pigliamosche (*Muscicapa striata*), il prispolone (*Anthus trivialis*), lo stiacchino (*Saxicola rubetra*), la sterpazzola (*Sylvia communis*), il lui grosso (*Phylloscopus trochilus*).

Nelle Oasi del Lago di Burano, in provincia di Grosseto, e della Laguna di Orbetello, in Maremma, si è osservato lo svernamento di alcune specie che prima migravano più a sud: Ardeidi (garzetta [*Egretta garzetta*], sgarza ciuffetto [*Ardeola ralloides*], nitticora [*Nycticorax nycticorax*], ecc.), alcuni uccelli limicoli (pantana [*Tringa nebularia*], totano moro [*Tringa erythropus*], diverse specie di piro piro, ecc.), l'assiolo (*Otus scops*), il succiacapre (*Caprimulgus europaeus*), l'upupa (*Upupa epops*), ecc. Questo è dovuto probabilmente all'aumento medio delle temperature invernali che ha consentito loro di trovare un'alimentazione idonea anche in questo periodo.

Va segnalata, inoltre, la deposizione anticipata delle uova dell'airone cenerino (*Ardea cinerea*) nella laguna di Orbetello e, legati alla mutazione del canneto in atto nella riserva di Burano, la diminuzione della cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus*), del cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*) e del forapaglie castagnolo (*Acrocephalus melanopogon*).

Anche per il pendolino (*Remiz pendulinus*), per la morte delle grosse piante di pioppo, salice e frassino lungo la fascia ripariale, si assiste ad una evidente diminuzione.

Nella Riserva naturale di Burano, a causa del prosciugamento precoce delle pozze d'acqua si verifica la perdita dei nidi dei cavalieri d'Italia (*Himantopus himantopus*): molti uccelli sono costretti a cercare soluzioni alternative e iniziare una covata di rimpiazzo, che spesso non va in porto.

Probabilmente legato al fenomeno dei cambiamenti climatici è anche lo spostamento verso nord, verso l'interno e verso maggiori altitudini di molti uccelli tipici di climi e ambienti caldi, spesso costieri. È quanto si segnala per il gruccione (*Merops apiaster*) e la ghiandaia marina (*Coracias garrulus*). Segnalazioni riguardano l'Oasi di Bolgheri, nella Maremma livornese, dove ha nidificato la ghiandaia marina che fino a qualche anno fa era localizzata nel grossetano. E osservazioni di un aumento sensibile di gruccioni e ghiandaie marine si hanno nella Riserva del Lago di Penne, in Abruzzo, ai piedi del massiccio del Gran Sasso, dove si è riscontrato anche un mese di anticipo del periodo riproduttivo nel caso del gruccione.

Secondo le previsioni, le conseguenze dei cambiamenti climatici porteranno l'Italia ad avere il 60% delle specie nidificanti a rischio o a un restringimento dell'areale riproduttivo.

Oggi, già gravemente minacciata dalla caccia, rischia di scomparire il piccolo nucleo di pernice bianca (*Lagopus mutus*) dell'Oasi di Valtrigona, nel Trentino Orientale, in Valsugana nel comune di Telve, così come sta avvenendo in gran parte delle Alpi.

Farfalle

Con l'aumento della temperatura, si sta assistendo all'arrivo di specie legate ad areali più meridionali. È il caso di alcune farfalle notturne (falene) africane che, proprio in conseguenza del riscaldamento, hanno naturalmente ampliato il loro areale: così negli ultimi anni, soprattutto lungo le coste tirreniche – dove si trovano molte Oasi WWF – la nostra fauna si è arricchita spontaneamente di circa una decina di specie nord-africane che continuano ad espandersi verso nord. Esempi sono *Morphopoliana languida*, *Spodoptera cilium* e *Pandesma robusta*. A queste si devono aggiungere quelle che hanno un ampio areale e che quindi si spostano proprio in occasione di cambiamenti favorevoli, come nel caso del maggior caldo.

Anfibi

Un altro problema è legato agli Anfibi, che sempre più difficilmente trovano le zone d'acqua dolce per la riproduzione: non tanto per quel che riguarda i rari stagni perenni, ma per quelle piccole o medie pozze stagionali che consentono la riproduzione di diverse specie di rospo, raganelle e tritoni. Queste piccole pozze tendono ad asciugarsi prematuramente e secondo quanto emerge da studi alcune delle specie che sono state influenzate negativamente e in vario grado dalla variazione nei parametri climatici (diminuzione della piovosità annuale, aumento delle temperature medie annuali e dei giorni senza pioggia) sono il discoglossone dipinto (*Discoglossus pictus*), il rospo smeraldino (*Bufo viridis*), la raganella italiana (*Hyla intermedia*) e l'ululone appenninico (*Bombina pachypus*), quest'ultimo in particolare gravemente colpito anche dalla distruzione ed alterazione degli habitat per uso urbano e agricolo. La diminuzione di queste specie è segnalata anche nelle Oasi WWF.

3. OSSERVATORIO OASI

Il Progetto integrato di monitoraggio sugli impatti dei cambiamenti climatici all'interno del Sistema Oasi WWF

Gli obiettivi

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, attraverso una prima fase di monitoraggio attivatasi spontaneamente negli ultimi anni all'interno del sistema Oasi, il WWF ha iniziato ad osservare alcuni segnali riconducibili agli effetti dei cambiamenti del clima nel nostro Paese.

L'evidenza di queste prime osservazioni ha rafforzato la strategicità e l'importanza di strutturare al meglio questa attività, creando all'interno del sistema delle Oasi WWF un osservatorio sistematico e permanente sugli impatti dei cambiamenti climatici propedeutico all'impostazione di strategie di adattamento e all'inserimento della nostra attività di ricerca in una più ampia rete di monitoraggio nazionale (programma CONECOFOR del Corpo Forestale dello Stato) ed europea (come la rete GLORIA sulle Alpi meridionali).

Le Oasi costituiscono, infatti, il più importante progetto di conservazione del WWF Italia.

Nelle Oasi sono rappresentati quasi tutti gli ambienti naturali del nostro paese, dalle praterie alpine alle aree costiere, dai laghi ai corsi d'acqua, dalla macchia mediterranea ai boschi planiziali, dalle cime innevate alle steppe. Il valore naturalistico e di capillarità geografica, rendono le Oasi del WWF dei termometri perfetti per misurare e osservare le profonde trasformazioni che i nostri ecosistemi subiscono a causa delle mutazioni del clima.

Quello che le aree protette sono chiamate a fare fin da subito, infatti, è organizzarsi per far fronte e mitigare le conseguenze dei cambiamenti climatici. Il primo passo è quello di predire l'effetto di quest'ultimi sugli habitat e le specie oggetto di tutela.

Occorre cioè sviluppare un piano integrato di studi sul campo e di modelli di previsione, che consenta di valutare l'idoneità ambientale di una determinata area nel futuro e quindi attivare tutte quelle misure di conservazione per gli habitat e le popolazioni maggiormente a rischio che lo caratterizzano.

Al fine di poter orientare le future scelte gestionali è quindi necessario sin da subito:

- Intraprendere una serie di monitoraggi a lungo termine con protocolli scientifici standard sullo stato di popolazioni, comunità, ecosistemi;
- Creare un database georeferenziato e aggiornato sulla biodiversità;
- Raccogliere modelli predittivi e svilupparne di nuovi.

Il progetto

Proprio per cogliere questi obiettivi il **WWF e Microsoft**, con la collaborazione e il supporto scientifico dell'Università della Tuscia hanno costruito a partire da quest'anno, un osservatorio sistematico e permanente sui cambiamenti climatici all'interno del sistema delle Oasi WWF.

Il progetto potrà contare sul contributo dei massimi esperti sul tema cambiamenti climatici/ impatti sulla biodiversità: a cominciare dal prof. Riccardo Valentini dell'Università della Tuscia e membro dell'IPCC e di ricercatori del Corpo Forestale dello Stato (Progetto CONECOFOR), del Museo di Zoologia di Roma, di altri Istituti e Università. La parte operativa del progetto sarà implementata e coordinata da WWF Oasi.

Tecnologie di business intelligence consentiranno di mettere in correlazione la quantità enorme di dati che saranno disponibili per sviluppare ipotesi di scenari evolutivi rispetto agli indicatori che gli esperti WWF avranno identificato. Le simulazioni potranno essere elaborate in maniera collaborativa grazie alle tecnologie di condivisione in rete e alle potenze di calcolo oggi disponibili.

Questo progetto si inserisce nell'ambito della Campagna WWF contro i cambiamenti climatici - GenerAzione Clima - che chiede una riduzione delle emissioni del 30% entro il 2020 in Italia come nel resto d'Europa. La campagna ha attivato a partire da quest'anno un cantiere specifico di attività – Osservatorio Clima – che ha come obiettivo la produzione di analisi e studi di scenario, la raccolta di dati e testimonianze sugli effetti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità e le strategie di adattamento.

Le attività

Lo sviluppo dell'osservatorio prevede l'implementazione di tre attività specifiche:

1. Monitoraggio di indicatori ecologici per la determinazione dell'impatto dei cambiamenti climatici sui nostri ecosistemi;
2. Determinazione del contributo degli ecosistemi naturali delle Oasi in relazione all'assorbimento di carbonio;
3. Realizzazione di un centro dimostrativo del progetto all'interno del quale sarà implementata anche un'attività di monitoraggio dei gas serra.

La Fase I

La prima fase del progetto prevede il coinvolgimento di 16 Oasi WWF distribuite su tutto il territorio nazionale rappresentative delle principali tipologie di ambienti presenti nel nostro Paese: umido, costiero/marino, forestale etc.

Le 16 oasi selezionate:

- Orbetello
- Burano
- Le Cesine
- Vanzago
- Valle Averte
- Monte Arcosu
- Persano
- Alviano
- Valtrigona
- Valpredina
- Bosco Rocconi
- Cratere degli Astroni
- Macchiagrande
- Saline di Trapani
- Bolgheri
- Orti Bottagone

La Fase II

Ad una prima fase sperimentale focalizzata su 16 oasi WWF in cui verrà testata la metodologia in aree prioritarie, sarà possibile estendere il progetto ad altre aree del Sistema Oasi.

Attività 1 → Il monitoraggio degli indicatori ecologici

La metodologia

Il monitoraggio all'interno delle aree prescelte è focalizzato su due principali tipologie di indicatori selezionati sia per la componente fisica che per quella biologica.

a) Dati fisici di base

Il monitoraggio sarà effettuato mediante la presenza di vere e proprie centraline meteo che consentiranno di tenere sotto controllo nel tempo l'andamento degli indicatori di base (precipitazioni, temperatura, umidità, vento).

b) Dati biologici

Il monitoraggio prevede l'osservazione e la registrazione della presenza o meno di alcune specie considerate particolarmente sensibili al fine di determinare l'influenza dei cambiamenti climatici su quel territorio. (per la fauna le specie più significative appartengono a Anfibi, Uccelli, Insetti; per la flora, invece, si selezioneranno alcune specie arboree specifiche). Inoltre si monitorerà la presenza di specie nuove per l'area di riferimento e le specie cosiddette aliene.

Attività 2 → Determinazione del contributo degli ecosistemi naturali delle Oasi in relazione all'assorbimento di carbonio

Gli ecosistemi naturali svolgono un ruolo estremamente importante in termini di assorbimento del carbonio, contribuendo a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici.

Il WWF, utilizzando strumenti già disponibili e adattati dagli esperti dell'Università della Tuscia, intende sviluppare un modello per la determinazione del bilancio di carbonio delle oasi in base alla loro dimensione e composizione specifica.

Si tratta di definire una serie di osservazioni che dovranno essere effettuate sul campo e di implementare un programma di calcolo/software che, sulla base delle evidenze registrate, consenta di calcolare il valore/dato specifico.

Attività 3 → Realizzazione di un centro dimostrativo del progetto all'interno del quale sarà implementata anche un'attività di monitoraggio dei gas serra.

Il WWF insieme all'Università della Tuscia ha identificato tra le 16 aree prescelte un'oasi – Oasi di Orbetello - all'interno della quale realizzare un **Centro dimostrativo del progetto** e un'attività sperimentale di monitoraggio dei gas serra.

Conoscere le potenzialità di sequestro di carbonio degli ecosistemi e valutare la loro diversa velocità in funzione dell'andamento climatico, consentirebbe, infatti, di intervenire direttamente per aumentarne la capacità di sequestro. In particolare per gli ecosistemi forestali è fondamentale quantificare il bilancio netto fra l'assorbimento (fotosintesi) e l'emissione di carbonio (respirazione) e stimare il ruolo delle foreste come possibili assorbitori di carbonio (carbon sinks). Gli ecosistemi boschivi sono infatti un potente strumento di mitigazione dell'effetto serra poiché capaci, grazie all'attività di fotosintesi, di assorbire la CO₂ presente in atmosfera per produrre materia organica. Le piante trasformano l'anidride carbonica in materiale organico fissandola nelle foglie, nel tronco, nelle radici e nel suolo sottraendola all'atmosfera, a meno che non intervengano tagli o incendi del bosco che rilasciano la CO₂ immagazzinata. Conoscere la capacità di assorbimento del bosco è importante per stimare in maniera corretta la quantità di anidride carbonica assorbita e fissata dalle piante e calcolare: lo stock sequestrato, ovvero la quantità di CO₂ già immagazzinata nel bosco, e il potenziale di assorbimento, quanta ancora ne può assorbire.

Il contributo di Microsoft a Osservatorio Oasi: la tecnologia al servizio della Natura

La partnership tra WWF e Microsoft Corporation a livello internazionale è stata avviata nel 2007. La collaborazione si inserisce nell'ambito del Programma internazionale WWF "Climate Savers Computing", focalizzato sul macro tema dei cambiamenti climatici e sul contributo che il miglioramento dell'efficienza energetica delle tecnologie informatiche può dare in termini di riduzione delle emissioni.

L'avvio della relazione tra Microsoft e WWF Italia intende cogliere lo spirito della partnership condotta a livello internazionale, focalizzando la propria azione sul tema dei cambiamenti climatici e individuando progettualità che esprimano la migliore sinergia tra le attività di conservazione e ricerca condotte dal WWF sul tema, e l'utilizzo delle migliori tecnologie proprietarie di Microsoft.

Microsoft collaborerà all'implementazione di Osservatorio Oasi e alle attività di monitoraggio degli impatti dei cambiamenti climatici all'interno del sistema Oasi WWF, coordinandosi con i referenti scientifici del progetto e i massimi esperti in Italia sul tema cambiamenti climatici - impatti sulla biodiversità per individuare il miglior software che consenta di:

- Creare un database a livello nazionale dei dati raccolti;
- Effettuare comparazioni tra le diverse aree geografiche del Paese;
- Sviluppare proiezioni e scenari attraverso l'utilizzo di specifici indicatori WWF.

I dati raccolti ed elaborati dal WWF e dall'Università della Tuscia in collaborazione con gli esperti dei vari Istituti coinvolti, grazie al supporto della tecnologia Microsoft, consentiranno pertanto di effettuare delle previsioni a medio-lungo termine circa gli impatti dei cambiamenti climatici sugli habitat e le specie oggetto di tutela, consentendo di valutare l'idoneità ambientale delle Oasi WWF nel futuro e attivare specifiche misure di adattamento e conservazioni per gli habitat e le popolazioni maggiormente a rischio che li caratterizzano.

Questo progetto è coerente con le attività di studio e di ricerca che il gruppo Microsoft realizza presso uno dei suoi più importanti laboratori di ricerca informatica: Microsoft Research Cambridge. Microsoft Research Cambridge viene istituito nel 1997 ed è oggi uno dei più grandi laboratori di ricerca informatica nell'area EMEA (Europe, Middle East e Africa). Con oltre 100 ricercatori provenienti da tutto il mondo e da varie discipline, Microsoft Research Cambridge è un luogo in cui convivono un ambiente accademico di livello internazionale che stimola la creatività e l'autonomia di pensiero e un ambiente di lavoro aperto e ricco di nuove sfide.

Sebbene una percentuale dei progetti di ricerca contribuisca allo sviluppo di prodotti o si tramuti in prodotti veri e propri, la maggior parte del lavoro svolto è di ricerca pura a lungo termine. Adottando questo approccio, gli scienziati possono sentirsi liberi di dedicarsi all'innovazione all'interno di un ambiente che non è regolato dai cicli di vita dei prodotti e dai loro vincoli di gestione.

Il *Computational Ecology and Environmental Science* è uno dei numerosi gruppi di lavoro esistenti all'interno di Microsoft Research Cambridge e si occupa, nello specifico, di comprendere i sistemi di supporto per la vita del pianeta, cercando di prevedere e mitigare i rapidi cambiamenti che si stanno verificando all'interno di questi sistemi a causa dell'impatto delle attività umane. Il 12 giugno 2008 l'autorevole rivista Science ha pubblicato due documenti, frutto del lavoro dell'ecologo di Microsoft Research Drew Purves, insieme a colleghi provenienti da università e mondo della ricerca, sul tema dei cambiamenti climatici. Il primo dei due documenti "*Predictive models of Forest dynamics*", mette in evidenza l'importanza di conoscere in modo più approfondito le dinamiche legate alle foreste per comprendere e prevedere i futuri cambiamenti climatici e la biodiversità, mentre il secondo, "*Animals vs Wind Dispersal and the Robustness of Tree Species to Deforestation*", esamina nello specifico le conseguenze della deforestazione sulle piante che sono caratterizzate da impollinazione per mezzo del vento.

BIBLIOGRAFIA

PARTE 1

Andaloro F., Castriota L., Annunziatellis F., Passarelli M., Agnesi S., Azzurro E., Monitoring Nonindigenous Species Across the Mediterranean Sea: The Application of Geographic Information System. ICAIS, *14th International Conference on Aquatic Invasive species*. Key Biscayne, Florida, 14-19 maggio 2006.

Andaloro F., Greco S., Focardi S., Passarelli F.M., Mediterranean tropicalisation and meridionalisation phenomena and its impact on fishery resources and fisheries. *2nd GLOBEC Open Science Meeting, Qingdao*, October 15-18, 2002, p. 93.

Andaloro F., Passarelli F.M., Castriota L., Le specie aliene: una minaccia per la biodiversità del mar Mediterraneo. *Atti del XXV Convegno Internazionale Mare e Territorio*, Agrigento 27-28 ottobre 2006.

Andaloro F., Passarelli F., Italian project on Aquatic invasive species in Italian seas. *13th International Conference on Aquatic Invasive Species*. Ennis Ireland 2004, p.35.

Berthold P., Helbig A.J., Mohr G., Querner U., Rapid microevolution of migratory behaviour in a wild bird species". *Nature*, 2007, **360**, 668-670.

Both C., Comment on 'Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds'. *Science*, 2007, **315**, 598b.

Canadell J.G., Le Quéré C., Raupach M.R. *et al.*, contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 2007, 0702737104v1-0 (www.pnas.org).

Cerrano C., Arillo A., Azzini F. *et al.*, Gorgonian population recovery after a mass mortality event. *Aq. Conserv. Mar. Freshw. Res.*, 2004, **15**, 147-157.

Cerrano C., Totti C., Sponga F., Bavestrello G., Summer disease in *Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862) (Cnidaria, Zoanthidea). *Ital. J. Zool.*, 2006, **73(4)**, 355-361.

Cerrano C., Bavestrello G., Bianchi C.N. *et al.*, Catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecol. Lett.*, 1999, **3(4)**, 284-293.

Corselli C., Boero N., Biodiversità marina mediterranea e cambiamenti climatici. Conferenza sui cambiamenti climatici 2007 (disponibile all'indirizzo http://www.conferenzacambiamenticlimatici2007.it/site/_Files/12settembre/CesareCorselli_%20NandoBoero_%20climabio.pdf)

Di Rosa I., Simoncelli F., Fagotti A., Pascolini R., Ecology: The proximate cause of frog declines? *Nature*, 2007, **447**, E4-E5.

Dunn P.O., Breeding dates and reproductive performance. *Adv. Ecol. Res.*, 2004, **35**, 69-87.

European Environment Agency, Priority issues in the Mediterranean environment. *EEA Report N° 4*, 2006.

Gattuso J., Duffy J.E., Ocean acidification. In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [Published in the Encyclopedia of Earth November 6, 2007; Retrieved June 23, 2008].

Golani D., Azzurro E., Corsini-Foka M., Falautano M., Andaloro F., Bernardi G., Genetic bottlenecks and successful biological invasions: the case of a recent Lessepsian migrant. *Biol Lett.*, 2007, **3(5)**, 5541-5545.

Hüppop O., Hüppop K., North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 2003, **270**, 233-240.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Fourth Assessment Report (AR4), *Climate Change 2007*, novembre 2007.

Jonzén N., Hendenström A., Lundberg P., Climate change and the optimal arrival of migratory birds. *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 2007a, **274**, 269-274.

Jonzén N., Lindén A., Ergon T. *et al.*, Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds. *Science*, 2006, **312**, 1959-1961.

Lehikoinen E., Sparks T.H., Zalakevicius M., Arrival and departure dates. *Adv. Ecol. Res.*, 2004, **35**, 1-31.
Luthi D., Le Floch M., Bereiter B. *et al.*, 2008, High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present. *Nature*, 453, **7193**, 379-382.

Marchetti M., Mariano A., Alcune considerazioni sulla valutazione della consistenza e dello stato delle risorse forestali secondo le organizzazioni internazionali di settore. *Forest@*, 2006, **3(3)**, 351-366.

Marino C., Manca G., Matteucci G., Scarascia Mugnozza G., Cambiamenti climatici nel mediterraneo: un caso di studio sul ciclo del carbonio in una pineta della Sila, Calabria. *Forest@*, 2005, **2(1)**, 52-65.

Mercalli L., La dimensione territoriale degli scenari globali IPCC: il versante meridionale della catena alpina e gli Appennini. Conferenza sui cambiamenti climatici 2007 (disponibile all'indirizzo http://www.conferenzacambiamenticlimatici2007.it/site/_Files/presentazionisvincent/12%20Mercalli.pdf)

Mills C.E., Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? *Hydrobiologia*, 2001, **451**, 55-68.

Mollo E., Gavagnin M., Carbone M. *et al.*, Factors promoting marine invasions: A chemoecological approach. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 2008, **105(2)**, 4582-4586.

Mustin K., Sutherland W.J., Gill J.A., The complexity of predicting climate-induced ecological impacts. *Clim.Res.*, 2007, **35**, 165-175.

Parmesan C., Yohe G., A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 2003, **421**, 37-42.

Perez T., Garrabou J., Sartoretto S. *et al.*, Mortalité massive d'invertébrés marins : un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale - Mass mortality of marine invertebrates : an unprecedented event in the NW Mediterranean. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 2000, **3(323)**, 853-865.

Petriccione B., L'impatto dei cambiamenti climatici sulla funzionalità e la biodiversità degli ecosistemi forestali: processi in atto, scenari futuri e strategie di monitoraggio. Conferenza sui cambiamenti climatici 2007 (disponibile all'indirizzo http://www.conferenzacambiamenticlimatici2007.it/site/_Files/12settembre/Petriccione_01_Petriccione.pdf).

Pounds J.A., Bustamante M.R., Coloma L.A. *et al.*, Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, 2006, **439**, 161-167.

Purcell J.E., Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. *Mar. Biol. Ass. U.K., Cambridge University Press*, 2005, **85**, 461-476.

Rosenzweig C., Karoly D., Vicarelli M. *et al.*, Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 2008, **453(7193)**, 353-357.

Streftaris N., Enetos A., Alien Marine species in the Mediterranean :the 100 'Worst invasives' and their impact. *Mediterranean Marine Science*, 2006, **7(1)**, 87-118.

Thomas C.D., Cameron A., Green R.E. *et al.*, Extinction risk from climate change. *Nature*, 2004, **427**, 145-148.

Van Asch M., Visser M.E., Phenology of forest caterpillars and their host trees: the importance of synchrony. *Ann. Rev. Entomol.*, 2007, **52**, 37-55.

PARTE 2

Zone umide:

- *Remigio Lenza, Operatore Oasi di Persano*
- *Fabio Cianchi, Coordinatore Oasi del lago di Burano e della laguna di Orbetello*
- *Giorgio Baldizzone, Presidente WWF Piemonte*

Ambienti marini:

Roberto Odorico, Riserva Marina di Miramare

Foreste:

- *Conecofor (www2.corpoforestale.it/web/guest/serviziattivita/controlloecosistemiforestali)*
- *Fabio Cianchi, Coordinatore della riserva naturale del Lago di Burano*
- *Giorgio Baldizzone, Presidente WWF Piemonte*

Vegetazione:

- *Piero Medagli - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento*

Uccelli:

- N. Jonzen, A. Lindén, T. Ergon, E. Knudsen, J. Olav Vik, D. Ruolini, D. Piacentini, C. Brinch, F. Spina, L. Karlsson, M. Stervander, A. Andersson, J. Waldenström, A. Lehikoinen, E. Edvardsen, R. Solvang, N. Chr. Stenseth, 2006, Rapid Advance of Spring Arrival Dates in Long – Distance Migratory Birds, *Science*, vol. 312.
- N. Saino, D. Rubolini, N. Jonzen, T. Ergon, A. Montemaggiore, N. Chr. Stenseth, F. Spina, Temperature and rainfall anomalies in Africa predict timing of spring migration in trans – Saharan migratory birds, 2007, *Climate Research*, vol. 35.



- *LIPU; Lega Italiana Protezione Uccelli*
- *Fabio Cianchi, Coordinatore delle Oasi di Orbetello e Burano*
- *Paolo Politi, Coordinatore delle Oasi di Bolgheri e degli Orti Bottagone*
- *Fernando Di Fabrizio, Direttore della Riserva regionale del Lago di Penne*

Farfalle:

- *Andrea Grassi, entomologo*

Anfibi:

- *D'Amen M., Bombi P., in stampa*