



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

ALLEGATO IV

AZIONI DI ADATTAMENTO SETTORIALI

Giugno 2018

In via di approvazione

INDICE

Azioni di Adattamento Settoriali	4
1. Acqua	4
1.1 Risorse idriche.....	4
1.2 Ambienti marini: biodiversità, funzionamento e servizi ecosistemici.....	5
1.3 Ecosistemi e biodiversità in acque interne e di transizione	7
1.4 Zone costiere	9
2. Terra	12
2.1 Dissesto geologico, idrologico e idraulico	12
2.2 Desertificazione, degrado del territorio e siccità.....	15
2.3 Ecosistemi terrestri	16
2.4 Foreste.....	19
3. Uomo (attività antropiche)	22
3.1 Agricoltura e produzione alimentare	22
3.2 Pesca marittima	23
3.3 Acquacoltura.....	25
3.4 Turismo.....	25
3.5 Insediamenti urbani	28
3.6 Infrastruttura critica - Trasporti.....	30
3.7 Infrastruttura critica - Industrie e infrastrutture pericolose.....	33
3.8 Infrastruttura critica - Patrimonio culturale	34
3.9 Energia.....	42
3.10 Salute.....	44
Riferimenti Bibliografici	48

1. AZIONI DI ADATTAMENTO SETTORIALI

ACQUA

RISORSE IDRICHE

La SNAC definisce 60 misure di tipo infrastrutturale, ecosistemico, gestionale, economico, normativo, scientifico e divulgativo da attuare nel breve e nel lungo periodo per il settore risorse idriche. La maggior parte di esse riguarda la conservazione della risorsa in termini quantitativi, mentre un gruppo limitato di misure è orientato a salvaguardarne lo stato qualitativo. Il PNACC seleziona 28 azioni (delle quali 24 *soft*) da attuare analogamente nel breve e nel lungo periodo. Le azioni di adattamento ai cambiamenti climatici e ambientali che devono essere integrate per contenere/mitigare l'impatto dei cambiamenti climatici sulle risorse idriche consistono essenzialmente in misure finalizzate a:

- a. rinnovare e rafforzare l'assetto normativo e pianificatorio;
- b. migliorare la capacità gestionale;
- c. incentivare la conservazione e l'uso efficiente della risorsa idrica;
- d. proteggere e aumentare l'integrità ecologica e la resilienza degli ecosistemi acquatici.

Con riferimento all'assetto normativo (a), forte accento viene posto sulla necessità di una revisione delle concessioni di derivazione idrica che tenga conto della mutata disponibilità derivante dai cambiamenti climatici. Questo permetterebbe di migliorare la conoscenza dei volumi disponibili, la capacità gestionale e la programmazione degli usi futuri. Ulteriori provvedimenti riguardano la revisione e rimodulazione del deflusso minimo vitale ed ecologico in relazione agli scenari climatici attesi al fine di garantire la sostenibilità ambientale degli usi delle risorse idriche e la sostenibilità socio-economica della attività ad essi legate. Attualmente, anche all'interno dello stesso distretto, il parametro viene calcolato con algoritmi diversi e, in prospettiva, non tiene conto delle variazioni di portata che potrebbero derivare dai cambiamenti climatici. In termini di qualità dell'acqua è proposta una revisione delle normative sul riuso (DM 185/2003) e degli scarichi sul suolo (Tabella 4 All. 5 alla Parte III D.Lgs. 152/2006) al fine di incentivare il loro utilizzo dove economicamente efficiente.

A livello di pianificazione, l'impiego delle previsioni stagionali e multi-decadali, nonché delle proiezioni a medio-lungo periodo, risulta fondamentale al fine di anticipare la disponibilità naturale della risorsa e ottimizzare il volume immagazzinato. La pianificazione partecipativa e condivisa è individuata come pratica di particolare rilievo per favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici, particolarmente nei contesti di maggiori rivalità tra i vari usi dell'acqua, e permettere di ridurre l'incertezza dell'approvvigionamento idrico.

Le capacità gestionali (b) potranno essere rafforzate con attività orientate a (i) migliorare il quadro conoscitivo del bilancio idrico, della vulnerabilità e del rischio, anche attraverso una rete ampliata e consolidata di monitoraggio e all'utilizzo regolare di previsioni e proiezioni climatiche; e dal (ii) potenziamento delle infrastrutture idriche, favorendo l'interconnessione e le funzioni multiple delle reti, e aumentando la capacità di ritenzione e accumulo del sistema. La revisione dei sistemi che favoriscono lo sviluppo e la manutenzione delle infrastrutture potrebbe anche contribuire a renderle più efficienti e resilienti.

La revisione delle tariffe idriche e dei canoni di concessione di derivazione delle acque (c) incentiva una maggiore efficienza nell'impiego di risorsa e ne stimola la conservazione. I relativi proventi costituiscono uno strumento utile a finanziare la pianificazione e gli interventi definiti dal piano di bacino. Specifici aiuti finanziari (i.e. prestiti, mutui) devono essere dedicati agli interventi che assicurano la disponibilità idrica nel tempo e ne accrescono l'efficienza d'impiego. Devono essere introdotti o rafforzati gli incentivi

economici e finanziari dedicati ai proprietari di terreni agricoli e urbani che attivano soluzioni naturali atte ad aumentare la ritenzione idrica dei terreni.

Mantenere e favorire l'integrità ecologica degli ecosistemi acquatici (d) costituisce un'azione strategica di adattamento al cambiamento climatico che permette la regolazione, la depurazione e l'approvvigionamento idrico. Tali azioni fanno parte delle cosiddette "nature-based solution" da attuare attraverso il ripristino dello stato naturale del corpo idrico, che riprende ad espletare le caratteristiche funzioni ecosistemiche (geomorfologiche, fisico-chimiche e biologiche) e ad essere dotato di maggior valore ambientale. È importante a tale scopo rafforzare la capacità di rilievo, monitoraggio e diagnosi ambientali ai fini di identificare le variazioni dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici e comprendere la loro causa.

Box 1-1 Elementi per una revisione del regime concessionario di derivazione della risorsa idrica

L'attuale regime che disciplina le concessioni di derivazione idrica in Italia, facente largamente riferimento al Regio Decreto (R.D.) n. 1775 del 1933, ha dimostrato di non essere pronto a reagire propriamente alla variazione climatica presente e futura. La principale criticità riguarda gli orizzonti temporali per i quali vengono rilasciati i titoli di derivazione che non considerano la variabilità della disponibilità delle risorse idriche nel medio e lungo termine così come impattata dai cambiamenti climatici. Dal punto di vista istituzionale si rendono inoltre auspicabili una serie di interventi volti a migliorare la conoscenza dei volumi disponibili, la capacità gestionale e la programmazione degli usi futuri. Attualmente le amministrazioni regionali hanno piena giurisdizione sulle questioni relative alle concessioni, e delegano a loro volta parte dell'iter di rilascio a livelli sub-regionali, che variano da Regione a Regione. Le informazioni sui prelievi sono raccolte in database dalle singole Regioni e spesso non sono pubblicamente accessibili. Sarebbe invece opportuno raccogliere e uniformare i diversi database in un unico registro, rispettando il più possibile i limiti idrografici, contribuendo ad ottimizzare la gestione del rilascio e rinnovo delle concessioni. Si nota inoltre come il canone associato al prelievo non includa il costo della risorsa e non ne incoraggi un uso efficiente. Gli introiti generati potrebbero invece venire reinvestiti dalle Regioni nella tutela e gestione della risorsa.

AMBIENTI MARINI: BIODIVERSITÀ, FUNZIONAMENTO E SERVIZI ECOSISTEMICI

L'adattamento ai cambiamenti climatici rappresenta una nuova area strategica adottata recentemente anche in ambito europeo dall'*European Climate Change Programme*. L'adattamento comprende quel set di misure deliberate e attuate dalla governance per ridurre gli impatti potenziali negativi che i cambiamenti climatici avranno in un prossimo futuro sugli ecosistemi.

Gli impatti reali dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi marini potranno essere visibili anche dopo la riduzione dell'entità delle emissioni di CO₂ in atmosfera; ciò deriva dalle caratteristiche di maggiore resistenza sistemica dell'ambiente marino rispetto agli altri ecosistemi. Ad ogni modo, si ritiene che le misure di adattamento abbiano un ruolo complementare alle misure di mitigazione che invece sono definite come le azioni che tendono a ridurre il cambiamento climatico per se (Agrawala and Fankhauser 2008). Le misure di adattamento devono essere prese ed effettuate da attori pubblici e privati attraverso azioni politiche integrate, di investimento in infrastrutture e in nuove tecnologie, e attraverso misure di sensibilizzazione sociale che spingano la popolazione ad adottare modifiche significative del comportamento quotidiano di ciascuno.

La ricerca ecologica ha messo ben in evidenza negli ultimi anni che gli effetti negativi sul funzionamento dei vari livelli gerarchici ecologici a partire dall'individuo sino agli ecosistemi, si amplificano laddove è presente un numero maggiore di sorgenti di stress che agiscono in sinergia (impatti multipli).

I costi delle misure di adattamento sono molto grandi, si stima che oltre 25,000 miliardi di dollari saranno necessari a livello globale da qui al 2030 per la loro attuazione. I costi per le misure di adattamento dovranno essere sommati ai costi di mitigazione, e ai costi residuali dovuti alla perdita di componenti culturali, sociali e naturali importanti (non sanabili economicamente). Nello specifico, una

parte dei costi del cambiamento climatico sono dovuti alle misure di mitigazione (e.g. ossia le misure che tendono a limitare a solo 2°C l'incremento della temperatura globale), un'altra parte dei costi è dovuta alle misure di adattamento (e.g. investimenti in sistemi di protezione costiera per ridurre l'impatto negativo derivante dall'incremento di 2°C) ed un'altra parte dei costi, detta parte residuale, è quella derivante dall'aver perso in modo definitivo porzioni importanti non più recuperabili della linea costiera, e con essa componenti importanti della cultura delle popolazioni costiere.

Il raggiungimento di alcuni obiettivi chiave potrebbe contribuire ad un adattamento degli ecosistemi marini ai cambiamenti in atto, riducendone gli impatti e aumentando la resilienza degli ecosistemi.

Di seguito vengo riportati 4 obiettivi chiave e descritte brevemente le linee di azioni corrispondenti.

1. *Conservazione e protezione degli ambienti marini naturali per il mantenimento di alti livelli di funzionalità e produzione di beni e servizi ecosistemici:*

- **azione:** ottemperare al raggiungimento del buono stato ambientale attraverso l'istituzione di reti di aree marine protette per mantenere i servizi ecosistemici offerti da un buono stato della biodiversità;
- **azione:** gestire gli ambienti costieri come entità connesse con gli ambienti profondi, definendo le celle di funzionamento ecosistemico (*upwelling, downwelling*, motori freddi, etc.);
- **azione:** identificazione di nuovi hot spot di funzionamento ecosistemico idonei a pratiche di protezione e conservazione (i motori freddi, i canyon sottomarini, i *seamount*), da aggiungere ai sistemi costieri tradizionalmente sottoposti a regime di protezione attraverso le amp;
- **azione:** aumentare la conoscenza delle interazioni esistenti tra diversi ecosistemi marini e/o tra comparti per poter prevedere eventuali effetti a cascata (la definizione delle celle di funzionamento ecosistemico);
- **azione:** supporto alle pratiche di sviluppo sostenibile delle attività umane in relazione agli ecosistemi marini in paesi in via di sviluppo nel Mediterraneo meridionale.

2. *Contrastare l'erosione di biodiversità legata all'impatto dei cambiamenti climatici:*

- **azione:** sviluppo di strategie a lungo termine per il monitorare gli effetti di questi cambiamenti su biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini, estendendo le serie storiche della composizione della biodiversità, in modo da identificare specie "mancanti" da considerare come putativamente estinte;
- **azione:** conoscenza degli effetti dei cambiamenti climatici sui cicli vitali delle specie marine;
- **azione:** sviluppo di strategie a lungo termine per monitorare la presenza e distribuzione di specie aliene e di specie che danno luogo a proliferazioni massive, come le alghe tossiche e le meduse, siano esse indigene o non indigene;
- **azione:** studio dell'impatto dei cambiamenti sugli stock ittici e altre risorse rinnovabili, anche in connessione con le tecniche di prelievo (sinergia tra sovrappesca, specie aliene, cambiamento globale).

3. *Migliorare le condizioni di qualità ecologica degli ambienti marini:*

- **azione:** conoscenza delle alterazioni a carico delle condizioni trofiche e idrodinamiche;
- **azione:** conoscenza delle alterazioni dovute a fenomeni di inquinamento e/o contaminazione e dei loro effetti ecologici;
- **azione:** rimozione di barriere che alterano il funzionamento della fascia costiera, e sviluppo di integrated-coastal zone management (iczm) e di un ecosystem based management (ebm) capaci di rispondere in modo dinamico ai cambiamenti in atto, attraverso l'individuazione di unità di gestione ecologicamente coerenti (celle di funzionamento ecosistemico);
- **azione:** identificazione di strumenti opportuni per il rispetto della Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC) and the Nitrates Directive (Directive 91/676/EEC);

- **azione:** sviluppo di pratiche di recupero e restauro ecologico di ecosistemi marini compromessi o danneggiati;
- **azione:** identificazione di procedure di decontaminazione di siti marini con utilizzo di eco-tecnologie.

4. Aumentare la capacità di comprensione dei cambiamenti in atto negli ecosistemi marini Mediterranei:

- **azione:** creazione di strutture permanenti per la raccolta e integrazione di tutte le informazioni esistenti delle condizioni ambientali e biologiche presenti e passate nel mare mediterraneo e l'identificazione di tutti i fattori di rischio collegati alle attività umane e ai cambiamenti climatici in atto e che contribuisca alla definizione di politiche ambientali efficaci e prospettiche;
- **azione:** mappare la distribuzione spaziale delle Celle di Funzionamento Ecosistemico basate sulla connettività e annullare la compartimentazione innaturale delle varie componenti dell'ambiente marino.

Inoltre, l'identificazione di network di Aree Marine Protette (AMP), che includano riserve a protezione integrale e il network di diverse aree marine, appaiono strumenti efficaci e già potenzialmente disponibili per combattere gli effetti deleteri di impatti a larga scala, incluso il cambiamento climatico globale, sugli oceani.

Un'aumentata resistenza e resilienza a scala locale può aiutare a combattere gli effetti di impatti rilevanti come quelli connessi al clima. Ne consegue che aumentare la resistenza attraverso la rimozione o la diminuzione di disturbi locali può fornire ai popolamenti locali una migliore opportunità di rispondere al cambiamento climatico. Aumentare il numero di AMP in un'ottica di network, includendo quelle aree dove le anomalie termiche avvengono più frequentemente, potrebbe essere un'azione vincente per affrontare questo problema.

Le reti di AMP devono comprendere il mare profondo e il mare aperto, abbandonando una visione bentonica e abbracciando una visione ecosistemica della conservazione dell'ambiente marino.

ECOSISTEMI E BIODIVERSITÀ IN ACQUE INTERNE E DI TRANSIZIONE

È di primaria importanza ridurre e controllare l'apporto di contaminanti e nutrienti dalle diverse fonti (agricoltura, industria, centri urbani etc.), gestire in modo sostenibile le principali attività economiche (pesca, acquacoltura e turismo) e tenere sotto controllo le alterazioni indotte dai cambiamenti climatici come gli impatti diretti degli eventi estremi.

Per il settore di ecosistemi di acque interne e di transizione, il PNACC seleziona diverse azioni di adattamento che vengono sinteticamente riassunte in questa sezione previa opportuna analisi critica e mettendole, ove possibile, in relazione ai loro obiettivi. Tali azioni sono suddivise in non strutturali o *soft*, infrastrutturali e tecnologiche o *grey*, e basate su un approccio ecosistemico o *green*.

Le azioni di tipo *soft* hanno come obiettivo primario quello di migliorare il quadro conoscitivo, la comprensione dei meccanismi e dei processi relativi agli ecosistemi di acque interne e la comunicazione tra stakeholder e il mondo della ricerca.

Come già accennato nella parte relativa agli ecosistemi marini, risulta fondamentale consolidare il concetto che gli ecosistemi delle acque interne, degli ambienti di transizione e marino-costieri sono strettamente interconnessi e che ogni azione che si intraprende può avere effetti a cascata sugli ecosistemi limitrofi.

Il dialogo è divenuto particolarmente evidente con la Direttiva 2000/60/EC dove i ricercatori hanno messo a punto degli indici di qualità ambientale basati sulle comunità/associazioni biologiche che poi sono applicati dalle Regioni attraverso le ARPA per monitorare lo stato ecologico degli ecosistemi acquatici. Il monitoraggio ambientale riveste pertanto un ruolo fondamentale per la comprensione dei

cicli naturali e delle alterazioni indotte dalle attività antropiche e dai cambiamenti climatici e per promuovere l'adozione di sistemi scientifici di supporto alle decisioni fondati sull'integrazione di modelli climatici, bioeconomici, di impatto e incidenza. La comprensione della dinamica degli ecosistemi può essere consolidata mediante monitoraggi a lungo termine e/o predisponendo banche dati che raccolgano tutti i dati pregressi. A seconda dell'area in questione bisogna agire in un sistema integrato non solo regionale ma sovregionale pianificando la gestione dei bacini idrografici e le zone costiere possibilmente attraverso un centro di coordinamento nazionale per evitare interventi svincolati tra loro e conflitti settoriali, mirando a garantire l'uso sostenibile delle risorse idriche.

Anche la partecipazione consapevole dei portatori di interesse, dei cittadini e dei decisori riveste un ruolo molto importante nell'individuazione e implementazione delle scelte strategiche di adattamento, possibilmente avvalendosi del finanziamento di programmi regionali o programmi LIFE come previsto dal Regolamento (UE) n. 1293/2013.

Infine è necessario promuovere il concetto di gestione adattativa e tutelare le aree di pregio paesaggistico e di interesse conservazionistico, da attuare sia attraverso gli strumenti di gestione della Rete Natura 2000, sia continuando con l'istituzione di SIC e ZPS e il finanziamento di progetti LIFE e LIFE+ che già vanno in questa direzione e forniscono importanti casi studio per l'applicazione di metodologie di gestione adattativa.

Le azioni di tipo infrastrutturale e tecnologiche (*grey*) sono indirizzate ad ottenere risultati più a lungo termine con azioni più incisive delle precedenti. Declinabili a seconda delle diverse tipologie di acque interne, l'obiettivo generale di queste azioni mira soprattutto ad incrementare le connessioni fra i vari elementi. Negli ecosistemi fluviali, per esempio, questo va ben oltre la semplice pulizia degli alvei e protezione delle fasce riparie e per ottenere i risultati auspicati dovrebbero essere messi in opera interventi come la costruzione di scale di rimonta della fauna ittica, la creazione di aree laterali di esondazione, la riattivazione di forme fluviali relitte e il recupero di aree marginali. Negli ecosistemi lacustri, invece, risulta essere necessario il controllo e la catalogazione delle emissioni extra-fluviali dovute a varie attività antropiche che possono impattare pesantemente questi ecosistemi con rischi di eutrofizzazione e rischi igienico sanitari, incluso lo sviluppo di cianobatteri tossici soprattutto in condizioni di pesante ipertrofia. Il monitoraggio e il censimento dei prelievi sono, a questo proposito, assolutamente necessari e devono essere finalizzati per evitare la destrutturazione della fascia litoranea e i rischi per le acque epi- e ipolimniche legati agli impatti sinergici di eutrofizzazione e cambiamenti climatici.

Il miglioramento delle connessioni è un obiettivo a cui tendere anche nell'ambito degli ecosistemi di acque sotterranee mediante il monitoraggio dello sfruttamento degli acquiferi. È necessario evitare effetti cumulativi sulla funzionalità ecosistemica legati alla diminuzione della connessione verticale, di cui i cambiamenti climatici possono essere una con-causa, all'inquinamento e alla salinizzazione.

Per quanto riguarda gli ecosistemi di transizione come le foci fluviali e le lagune, infine, è importante effettuare una valutazione dell'incidenza delle opere di ingegneria idraulica compensandole con l'adozione di opere complementari di ingegneria naturalistica adattative e flessibili, sia a mare sia lungo i corsi d'acqua afferenti.

Anche le azioni di tipo **ecosistemico** hanno come obiettivo primario quello di aumentare la connessione fra gli elementi che compongono le diverse tipologie di acque interne. L'obiettivo può essere raggiunto attraverso specifiche opzioni che si differenziano in funzione degli ecosistemi che si vanno a considerare. Per esempio, nell'ambito degli ecosistemi fluviali le azioni ecosistemiche che possono essere messe in atto favoriscono lo sviluppo di un'agricoltura multifunzionale, il recupero funzionale del reticolo idrografico e la costruzione/conservazione/potenziamento di reti ecologiche che abbiano come asse portante i corsi d'acqua. Aumentare la connessione tra i vari ecosistemi è di primaria importanza anche per gli ecosistemi lacustri e i sistemi lenticivi di piccole dimensioni. Quest'obiettivo può essere raggiunto col ripristino e la ricostruzione di questi ambienti e la creazione di reti ecologiche, nonché attraverso la

rimozione delle specie vegetali invasive e le specie alloctone. Negli ecosistemi dipendenti dalle acque interne, invece, l'obiettivo primario è preservare o aumentare la connessione verticale in quanto ad essa è legata la diversità di habitat necessaria a mantenere elevata la biodiversità di specie stigobie, cioè associate solo alle acque sotterranee. Un altro obiettivo è conservare e/o ripristinare polle e fontanili ad esempio con l'istituzione di fasce di rispetto che isolino questi ambienti dall'impatto diretto dell'agricoltura.

Per gli ambienti di transizione uno dei principali obiettivi è intraprendere azioni per rendere ecologicamente sostenibili attività produttive quali pesca, molluschicoltura e turismo, dalle quali dipendono le economie locali. Un'attenta analisi costi/benefici di alcune attività economiche e turistiche (vedasi in particolare il turismo croceristico nella laguna di Venezia) deve ritornare ad essere prioritaria al fine di contrastare i danni ambientali che possono essere imprevedibili (e.g. distruzione dei fondali, riduzione della produzione primaria con pesanti conseguenze per tutta la catena trofica, erosione dei fondali e sicurezza della città di Venezia) e ben superiori rispetto agli introiti dei settori economici. Un altro importante obiettivo è l'adozione di piani di gestione delle aree naturali, flessibili e modulati sulla base delle variazioni climatiche attese.

ZONE COSTIERE

Per lo sviluppo di piani di adattamento ai cambiamenti climatici per le zone costiere, è importante considerare le funzioni svolte dai servizi ecosistemici nei confronti dei sistemi socio-economici. I servizi forniti dagli ecosistemi ai sistemi economici sono gratuiti e in loro "assenza", o in corrispondenza di una loro significativa alterazione, l'unico piano di adattamento sarebbe, in linea teorica, la loro (costosa) sostituzione con un servizio "non-ecosistemico" che operi la stessa funzione. Questo sarebbe strettamente necessario nel caso teorico di una completa perdita del servizio.

I cambiamenti climatici, modificando le caratteristiche di funzionamento degli ecosistemi, determinerebbero un'alterazione del servizio. L'adattamento a questa modifica del servizio deve avvenire necessariamente modificando la pressione che i sistemi socio-economici (pressione antropica non climatica) esercitano sul sistema che eroga il servizio.

Una breve descrizione dei principali servizi ecosistemici (supporto, fornitura, regolazione e funzione culturale) e delle possibilità di azioni di adattamento associate è riportata di seguito.

Servizi di supporto. I servizi di supporto forniti dalle zone costiere sono principalmente legati alle caratteristiche strutturali dell'ecosistema che eroga il servizio. Si è visto che variazioni nelle caratteristiche dei servizi di supporto provocano ricadute su altri servizi (fornitura, regolazione). L'adattamento a variazioni nei servizi di supporto deve quindi essere teso a modulare l'impatto antropico non climatico sulla base delle modificate caratteristiche degli ecosistemi naturali. L'adattamento deve perciò presupporre lo sviluppo di piani di mantenimento delle capacità produttive e di riciclo degli ecosistemi e dovrà essere modulato sulle caratteristiche attese che gli ecosistemi marini costieri potranno assumere in funzione delle variazioni climatiche. Rientrano in questo ambito, ad esempio, le azioni volte a garantire la conservazione e la tutela degli ecosistemi e degli habitat, della biodiversità e la protezione da eventi estremi, e azioni infrastrutturali per il mantenimento della stabilità di argini e della linea di costa. È evidente la necessità di sostenere le attuali attività di monitoraggio lungo le zone costiere italiane che permettano di valutare lo stato complessivo (ambientale, sedimentario e morfodinamico) degli ecosistemi costieri e di verificare l'efficacia delle azioni intraprese (rinaturalizzazione, sostenibilità sfruttamento risorse, efficienza sistemi di difesa esistenti).

Servizi di Fornitura. Il servizio di fornitura di cibo esercitato dalle zone costiere è fortemente dipendente dai servizi di supporto. I possibili piani di adattamento dei sistemi socio-economici basati sulle attività di pesca e acquacoltura (MacNeil et al. 2010) possono comprendere:

Cambiamento di specie bersaglio. La risposta a possibili variazioni nella composizione o nella quantità di popolazioni ittiche commercialmente sfruttabili, il cambiamento delle specie da sfruttare, o orientare le attività di pesca verso stock ittici sino ad ora scarsamente sfruttati. Un adattamento di questo tipo comporta sistemi di sfruttamento ittico non “*Location-specific*” e che devono essere sufficientemente flessibili per operare questo cambio. Sono queste, però, situazioni non frequentemente riscontrabili (McIlgorm et al. 2010) ;

Protezione di specie chiave. Azioni locali tese a proteggere specie ittiche chiave (non necessariamente sfruttabili commercialmente ma comunque impattate dalle attività di pesca) che possano contribuire ad aumentare la resistenza dell’ecosistema costiero al cambiamento. L’istituzione di aree protette e l’utilizzo di strumenti di pesca selettivi rispetto alle specie chiave (Ciner et al., 2009) possono potenzialmente contribuire a ridurre la sensibilità di un ecosistema ai cambiamenti. Anche la posa in mare di barriere artificiali sommerse si è dimostrato un ottimo deterrente per le attività di pesca a strascico e creano nel contempo anche aree di riparo, aumento del ripopolamento ittico con effetti di rivitalizzazione degli ecosistemi marini costieri che sono i più sfruttati;

Investimenti. Una buona gestione delle zone costiere si basa sulla comprensione delle dinamiche e dei processi naturali dei sistemi litoranei, per assecondarli non contrastandoli, ampliando le opzioni a lungo termine e rendendo le attività più sostenibili dal punto di vista ambientale e più remunerative nel lungo periodo. E’ necessario riconoscere l’incertezza del futuro promuovendo un approccio sistemico e flessibile, integrando nei processi di pianificazione e programmazione tutti i soggetti interessati mediante un coinvolgimento che crei impegno e responsabilità condivise, sfrutti le conoscenze locali, contribuisca ad assicurare l’individuazione delle questioni reali e porti a soluzioni fattibili, secondo logiche di concertazione e partecipazione. Per esempio nel settore della pesca, i cambiamenti di specie bersaglio e la protezione di specie chiave richiedono adeguati e mirati investimenti (Brander 2010), tesi a modificare le strategie di sfruttamento delle risorse e non a sovvenzionare sistemi resi obsoleti dalle mutate condizioni ambientali. Gli investimenti quindi sono importanti, essenziali e devono essere previsti dalla fase del monitoraggio fino all’effettuazione delle strategie da adottare/applicare sul territorio.

Servizi di regolazione. Il servizio di regolazione del clima è difficilmente applicabile su scala locale. Tuttavia, considerando che la capacità di assorbire e distribuire carbonio può essere rilevante nella zona costiera, è possibile definire un piano di adattamento basato sull’adeguamento degli impatti non climatici sull’ecosistema analogamente a quanto descritto a proposito dei servizi di supporto.

Invece, nel caso dei servizi “trattamento rifiuti e regolazione dei rischi”, tali servizi apparirebbero in teoria quelli più direttamente sostituibili da un’esplicita azione di adattamento (si pensi ad esempio ai depuratori di acque reflue per ridurre il rischio di contaminazioni da liquami e reflui urbani). Tuttavia, come detto, l’opzione di sostituzione (con, ad esempio strutture di difesa costiera) di servizi ecosistemici è costosa, richiede notevoli investimenti e potrebbe creare conflitti con altri tipi di servizio. Lo sviluppo di strutture costiere di difesa può disturbare lo sviluppo di attività di acquacoltura, mentre impianti di depurazione delle acque possono determinare la perdita di valore estetico e/o ricreazionale di un sito alterando quindi i servizi di tipo culturale.

Servizi Culturali. Non è semplice immaginare piani di adattamento ai cambiamenti climatici per i servizi culturali. Il valore estetico e ricreativo può essere solo salvaguardato da adeguate iniziative di protezione ambientale e di accurata valutazione d’impatto ambientale. Entrambe le strategie di

protezione e di valutazione d'impatto devono considerare la possibile variazione di medio e lungo periodo nelle caratteristiche del sistema dovute alle variazioni climatiche.

In sintesi, le azioni specifiche per lo sviluppo di piani di adattamento ai cambiamenti climatici nelle zone costiere, che considerino i principi generali sopra esposti, possono essere riassunti come di seguito:

- azioni per **ridurre la perdita o l'alterazione dei servizi ecosistemici**. Così come si stipula una "assicurazione" per mitigare le conseguenze di un evento negativo si può investire in attività che prevengano o minimizzino il danno connesso alla perdita del servizio ecosistemico prima ancora che la perdita/riduzione del servizio si verifichi. Ad esempio la protezione di risorse rinnovabili economicamente rilevanti (popolazioni ittiche) ma di incerta capacità di adattamento ai cambiamenti climatici costituisce sicuramente un investimento (e non una semplice "spesa") effettuato sui servizi ecosistemici. Questo comporta il riconoscimento del fatto che tutte le azioni di prevenzione o protezione (fondamentali e uniche per i servizi di tipo estetico, culturale e ricreativo) devono avere un valore economico riconosciuto come "investimento";
- azioni volte ad **ampliare** e completare le attività di **valutazione della vulnerabilità** delle zone costiere ai cambiamenti climatici comprendendo anche la valutazione dei servizi ecosistemici forniti. Fondamentale risulta anche prevedere azioni volte ad aumentare la consapevolezza delle comunità sui rischi e le alterazioni costiere. Questo consentirà di ridurre l'esposizione e la vulnerabilità delle comunità costiere, delle infrastrutture e delle attività produttive agli eventi derivanti dai cambiamenti climatici (mareggiate, inondazioni, erosione costiera, etc.).

Un totale di 26 azioni sono proposte per il settore costiero, di cui 9 di tipo infrastrutturale (*grey*), 10 di tipo *green* e 7 di tipo *soft* tra cui azioni per ridurre rischi e vulnerabilità e azioni di supporto per lo sviluppo di piani di adattamento e la gestione sostenibile dello sfruttamento delle risorse naturali.

TERRA

DISSESTO GEOLOGICO, IDROLOGICO E IDRAULICO

Le azioni di adattamento ai cambiamenti climatici e ambientali che debbono essere integrate per contenere/mitigare l'impatto dei fenomeni di dissesto geologico, idrologico e idraulico possono essere classificate, in base all'obiettivo che si vuole perseguire, in:

- a. azioni finalizzate al **miglioramento delle conoscenze scientifiche e del trasferimento tecnologico** in tutti i settori coinvolti nella difesa dai rischi naturali (privato, pubblico, istituzionale, internazionale);
- b. azioni finalizzate al **miglioramento del monitoraggio territoriale**;
- c. azioni finalizzate al **miglioramento dei sistemi di previsione**;
- d. azioni finalizzate al **miglioramento del supporto tecnico**, della gestione delle **emergenze** e della preparazione e addestramento ("**preparedness**") della popolazione;
- e. azioni finalizzate all'implementazione, il miglioramento e il recupero di **misure di difesa strutturali** attraverso il disegno e la realizzazione di opere specifiche.

L'elenco e la descrizione delle azioni per ciascuna categoria sono riportati nell'allegato "Database delle azioni di adattamento", mentre di seguito viene riportato un breve inquadramento delle motivazioni concettuali.

Azioni finalizzate al miglioramento delle conoscenze scientifiche e del trasferimento tecnologico

L'efficiente pianificazione di azioni di mitigazione dei rischi naturali necessita di una migliore comprensione delle dinamiche di cambiamento climatico e una visione innovativa in grado di trarre profitto da sistemi di monitoraggio avanzati. L'obiettivo richiede il miglioramento delle conoscenze scientifiche nell'ottica di supportare e migliorare il trasferimento tecnologico. Gli ambiti scientifici sui quali occorre concentrarsi sono quelli di downscaling delle sollecitazioni climatiche, dell'analisi e sintesi di informazioni di diversa natura sulle dinamiche climatiche, sulle caratteristiche geologiche e pedologiche, sull'uso del suolo e le osservazioni in tempo reale, e sui modelli di gestione del rischio e delle emergenze. Inoltre, è necessario studiare metodi innovativi, o mettere a punto strategie, per l'identificazione delle aree a rischio. Un problema tipico del territorio italiano è, infatti, che spesso gli eventi di dissesto si verificano in aree rispetto alle quali non vi è (o non vi è più) consapevolezza della situazione di rischio. È necessario mettere a punto strategie di individuazione delle aree critiche realizzate su più livelli di approfondimento in cascata. Gli aspetti innovativi sui quali occorre concentrarsi sono:

- l'utilizzo di sistemi di informazione a scala globale ("*earth observation*") per la valutazione delle criticità a grande scala, basandosi sulle dinamiche climatiche e sulla destinazione d'uso del suolo. un esempio di attuazione di questo obiettivo è indicato dal progetto "*aqueduct global flood analyzer*" (si veda <http://floods.wri.org/>, nonché ward et al. 2015; trigg et al. 2016);
- sistemi avanzati di raccolta di informazioni a scala locale sulle condizioni degli alvei fluviali e dei versanti, la presenza di edifici e/o infrastrutture pubbliche e/o strategiche vulnerabili o a rischio, e ogni altro ulteriore elemento locale utile alla valutazione della criticità;
- modelli stocastici e fisicamente basati per la simulazione e previsione, anche su lunghi orizzonti temporali, della formazione e degli impatti sul tessuto sociale dei fenomeni di dissesto. sono necessarie teorie innovative che siano in grado di tenere conto dell'interazione reciproca fra l'evento calamitoso e sviluppo e reazione del contesto sociale, in quanto la forzante antropica è spesso concausa determinante dell'impatto socio-economico.

Sinteticamente, per le azioni previste nell'ambito di questa categoria, sono state quindi individuate tre azioni di adattamento riportate nell'allegato "Database delle azioni di adattamento".

Azioni finalizzate al miglioramento del monitoraggio territoriale

Il monitoraggio dei fenomeni di cambiamento climatico e dello stato del territorio è condizione necessaria per il miglioramento della comprensione della dinamica degli eventi estremi e la previsione del loro impatto. Un punto chiave è quello della pianificazione delle reti e della gestione del dato, che deve svilupparsi in un'ottica di condivisione e "open science". La raccolta e il trattamento del dato deve essere effettuata con soluzioni trasparenti e in grado di quantificare l'incertezza. Un totale di 10 azioni finalizzate al monitoraggio del territorio sono elencate nell'allegato "Database delle azioni di adattamento".

Azioni finalizzate al miglioramento dei sistemi di previsione

Nell'ambito dei sistemi di previsione, che rappresentano una delle principali e più efficaci azioni di adattamento non-strutturale, gli strumenti tecnologici e modellistici hanno raggiunto una buona maturità e affidabilità, almeno quando vengono considerati fenomeni di scala medio-grande (piene fluviali in bacini di dimensione medio-grande). D'altra parte, nonostante i miglioramenti dal punto di vista scientifico e operativo, la previsione delle piene improvvise in piccoli bacini, delle colate detritiche, o di fenomeni diffusi come le frane superficiali, rimane ancora un problema non del tutto risolto. Anche le incertezze sulle portate di piena dei corsi d'acqua principali rimangono elevate nella fase di emergenza. La necessità di migliorare la modellistica di evento e, nello stesso tempo, aggiornare le scale di deflusso sono attività fondamentali per dare risposte affidabili. In Italia, questi fenomeni localizzati sono particolarmente frequenti e maggiormente gravosi soprattutto in termini dei loro impatti sulla popolazione.

È necessario continuare a investire nello sviluppo di metodi di previsione con modelli sempre più raffinati, capaci da un lato di rappresentare i fenomeni alle scale appropriate e dall'altro di assimilare in modo semplice ed efficace osservazioni di varia natura derivanti da sorgenti di informazione sempre più disponibili a varie scale (satelliti, sondaggi, radar meteorologici, reti a terra sempre più dense e sempre più veloci a comunicare i dati, dati derivanti da fonti alternative come quelli derivanti da "crowd sourcing"), sia in modalità di "forecast" sia in modalità di "nowcasting" soprattutto quando si considerano fenomeni localizzati e di breve durata. A questo deve corrispondere un'organizzazione del sistema di allerta, che includa la popolazione, pronto a ricevere e a reagire a continui aggiornamenti sia in fase di previsione sia in fase di monitoraggio. Particolarmente importanti sono anche investimenti nel mondo della ricerca che (i) definiscano i livelli d'incertezza delle previsioni con tecniche e metodi condivisi, e che (ii) definiscano regole e sistemi condivisi di valutazione delle performance dei sistemi previsionali. Come i dati osservati, nell'ottica dell'open science, devono avere un elevato standard di condivisione, così i miglioramenti dei sistemi di previsione devono essere finalizzati all'utilizzo operativo e continuativo nel tempo. Gli enti preposti all'emanazione dell'allerta dovranno essere coinvolti nella progettazione e nello sviluppo e dovranno esserne considerate esigenze e requisiti, anche di tipo istituzionale.

Altro punto fondamentale riguarda le variabili prodotte dai sistemi di previsione, e il loro successivo utilizzo. La modellistica è matura per un'estensione della catena previsionale che non si fermi alla previsione delle variabili idrologiche, idrauliche o geologiche normalmente utilizzate (portata idrica, livello idrico in un tratto fluviale di interesse, spostamenti di un versante, umidità del suolo, pressione dei pori, etc.), ma che si estenda alla valutazione degli impatti in tempo (quasi-)reale. Ciò permetterebbe un cambio di paradigma nell'utilizzo delle previsioni che non si fermerebbero più ad una valutazione di uno o più scenari di pericolosità, ma fornirebbero informazioni quantitative rispetto a possibili scenari dinamici di rischio. Ne deriverebbe la possibilità di una scelta più informata sia delle soglie oltre le quali attivare azioni di contrasto, sia una migliore quantificazione delle stesse. Inoltre, i modelli utilizzati in questo tipo di catene possono essere utilizzati in un contesto di determinazione del rischio così da creare continuità fra le diverse parti del ciclo di riduzione del rischio, anche in un auspicabile approccio multi-rischio.

In ultimo, i sistemi di allerta precoce e di monitoraggio dovrebbero sempre di più valorizzare l'informazione proveniente da "sensori umani". Questo aspetto assume ancora più utilità in un contesto complesso e difficile da monitorare con metodi e strumenti tradizionali come quello italiano. Nell'allegato "Database delle azioni di adattamento" vengono segnalate tre azioni in questa categoria.

Azioni finalizzate al miglioramento del supporto tecnico, della gestione delle emergenze e della preparazione e addestramento (preparedness) della popolazione

Un ruolo essenziale nell'adattamento al cambiamento climatico è giocato dagli interventi strutturali (*grey* e *green*), che debbono essere progettati in funzione di variabili di progetto che tengano conto del contesto di cambiamento climatico e ambientale. Attualmente, la pratica ingegneristica e i riferimenti normativi per la progettazione strutturale delle difese da inondazioni e frane si basano sul concetto di "tempo di ritorno". Tale concetto fa implicitamente riferimento alla stazionarietà statistica dei processi considerati nella progettazione. Tuttavia, in presenza di cambiamento climatico si possono verificare situazioni di non stazionarietà che devono essere trattate con soluzioni opportune.

La letteratura scientifica sta proponendo soluzioni progettuali che possono essere utilizzate anche in presenza di serie non stazionarie. È pertanto opportuno raggiungere un nuovo accordo sui riferimenti utilizzati nella progettazione tecnica che tenga conto del contesto "non stazionario" in cui ci si muove. Parimenti, è necessario affinare la gestione tecnica degli eventi di dissesto, mediante la messa a punto di tecniche a scala locale per la gestione dell'emergenza. Le procedure devono basarsi su un'analisi del sistema socio-economico, che consenta di prevedere l'evoluzione dell'impatto che fa seguito all'evoluzione dell'evento. È necessaria una previsione che tenga conto dell'incertezza, della successione dei danni provocati dagli eventi per valori crescenti di intensità, sulla quale basare azioni preventive e in tempo reale di riduzione dell'esposizione e della vulnerabilità.

Un ruolo essenziale in questo senso è rappresentato dal potenziamento e/o dal miglioramento della preparazione della popolazione nei confronti di eventi potenzialmente disastrosi. Si tratta di materia complessa, composta da diversi fattori complementari. Il primo fattore da cui partire è quello di coltivare una vera e propria "cultura del rischio" che tratti della conoscenza del rischio sul territorio e delle sue possibili conseguenze, e in particolare che tratti i concetti di rischio residuo e di rischio sostenibile. Tale cultura va coltivata agendo su tutto il sistema educativo, prevedendo nei curricula scolastici di ogni livello una parte dedicata alla conoscenza del rischio nei suoi vari aspetti. Il secondo fattore riguarda la percezione del rischio nei cittadini che va migliorata attraverso l'aumentata fruibilità delle informazioni sul rischio che devono essere aperte, pubbliche, facilmente reperibili e comprensibili all'attore che le consulta. Il terzo fattore riguarda la necessità di avere piani di emergenza efficaci e concreti che non si concentrino unicamente sulla fase emergenziale ma anche su quella precedente l'evento. I piani devono essere sviluppati con e per i cittadini. Questo deve avvenire attraverso la sensibilizzazione e la formazione degli amministratori e dei funzionari tecnici competenti, e attraverso la promozione di processi partecipati nella pianificazione di emergenza. A valle di questo, si pone di fondamentale importanza la concreta messa in atto dei piani attraverso esercitazioni, anche obbligatorie, così come ad esempio avviene per altri rischi quale il rischio di incendio in ambito urbano. Sei azioni di adattamento vengono suggerite per rispondere a questi obiettivi; esse sono riportate nell'allegato "Database delle azioni di adattamento".

Azioni finalizzate all'implementazione, il miglioramento e il recupero di misure di difesa strutturali attraverso la realizzazione di opere specifiche e progetti pilota

È ben noto che le opere di difesa strutturali giocano un ruolo essenziale nella risoluzione delle situazioni di criticità idrogeologica. In molte aree del Paese si pone anche il problema del recupero di dette opere. Tuttavia, le opere strutturali sono di difficile realizzazione ora ancor più che in passato, per la difficile congiuntura economica e per la frequente opposizione dei portatori di interesse. È necessaria la messa a punto di linee guida per l'identificazione delle soluzioni alternative, e per la progettazione, la

manutenzione e il recupero delle opere. È anche opportuno prevedere progetti pilota che possano consentire l'analisi pratica dei problemi operativi più frequenti. In totale vengono proposte tre azioni di adattamento che rientrano in questa categoria.

Considerazioni conclusive

Nella pianificazione delle azioni di adattamento al cambiamento climatico occorre valutare con attenzione il fattore "tempo". La velocità alla quale il clima e il territorio stanno cambiando non ha precedenti, ad opera di uno sviluppo sociale che, seppur positivo, ha un impatto sempre più significativo sull'ambiente e sulla società stessa. I fenomeni naturali e sociali che determinano l'evoluzione di detti cambiamenti sono spiccatamente non lineari, e quindi caratterizzati da effetti soglia e punti di non ritorno. Sebbene i sistemi ambientali siano per loro natura in grado di compensare perturbazioni esogene, la velocità alla quale i cambiamenti si stanno verificando può limitare, o addirittura inibire i processi di compensazione. Oggi più che mai, quindi, le azioni di adattamento devono svilupparsi con rapidità. Purtroppo, la crescente complessità del sistema sociale tende a rallentare la velocità di esecuzione degli interventi pubblici, inibendo quindi spesso la capacità di compensazione sia della società stessa che, in cascata, del sistema ambientale. È d'obbligo dare quindi massima priorità all'attuazione delle azioni e alla relativa velocità di attuazione. Un contesto ambientale in rapida evoluzione impone la necessità di una parimenti rapida reazione.

In estrema sintesi, si possono individuare alcuni punti chiave su cui è necessario puntare per la progettazione di azioni di adattamento per quanto riguarda la problematica del dissesto geologico, idrologico e idraulico:

- la progettazione efficiente delle azioni di adattamento deve essere condotta con un approccio finalizzato all'**incremento della resilienza** e alla **valutazione e gestione delle incertezze** nell'evoluzione futura delle condizioni climatiche. In particolare, proprio la constatazione degli elevati margini di incertezza delle previsioni, e in attesa del potenziamento del monitoraggio, si ritiene opportuno che l'individuazione delle priorità e la progettazione delle azioni siano effettuate prendendo a riferimento le criticità presentate dal quadro attuale e storico, mentre le proiezioni climatiche svolgono un ruolo indispensabile per la verifica dell'appropriatezza delle azioni nei confronti di situazioni future plausibili (Bloeschl et al., 2012; Dessai and Hulme 2004) ;
- le azioni di adattamento devono essere pianificate con un **approccio "no-regret"** rispetto alle incertezze, necessariamente elevate. Si tratta di un presupposto indispensabile per assicurare la necessaria resilienza in ambito geologico, idrologico e idraulico;
- l'adattamento deve essere raggiunto mediante l'**integrazione ottimale di interventi strutturali (green e grey) e non strutturali (soft)**, sulla base di una pianificazione coordinata a diverse scale geografiche, temporali e operative, supportata da analisi quantitative in un contesto probabilistico che permettano la valutazione dei costi e dei benefici;
- la progettazione e la realizzazione delle azioni di adattamento deve essere condotta assicurando il **coinvolgimento coordinato delle amministrazioni e degli enti locali** al fine di assicurare il rispetto delle condizioni economiche e del contesto sociale locale.
- la progettazione degli interventi deve essere condotta in modo da identificare azioni di riduzione del rischio idraulico che non pregiudichino al contempo il raggiungimento degli obiettivi di qualità ecologica dei corpi idrici (il "buono stato ambientale") identificati dalla Water Framework Directive 2000/60/EC. Tale principio è altresì già efficacemente espresso dalla Direttiva Alluvioni 2007/60/EC.

DESERTIFICAZIONE, DEGRADO DEL TERRITORIO E SICITÀ

Le principali azioni di adattamento proposte, essenzialmente di tipo *soft*, sono state raggruppate in categorie a seconda del principale obiettivo da perseguire:

- a. aggiornamento del piano di azione nazionale di lotta alla desertificazione (pan) ;
- b. attuazione delle misure già previste nel titolo iii del d.lgs 152/2006;
- c. definizione di opportuni sistemi per la diffusione delle conoscenze, delle tecniche e dei metodi disponibili;
- d. miglioramento delle conoscenze.

Per quanto riguarda l'aggiornamento del PAN, articolato in piani regionali e di azioni locali integrate nelle programmazioni e nelle politiche che influenzano il territorio e il suolo, l'obiettivo è quello di allineare gli obiettivi e gli indicatori nazionali a quelli adottati dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla desertificazione e dalla Strategia Nazionale di Sviluppo Sostenibile con particolare riferimento al target 15.3, per il raggiungimento della Land Degradation Neutrality entro il 2030. Punto chiave di questa azione di allineamento è la partecipazione delle regioni e dei portatori di interesse nell'identificazione delle strategie e delle azioni. Il Programma verterà in particolare sulle strategie e piani di sviluppo sostenibile per la riduzione delle pressioni e del sovra sfruttamento delle risorse naturali e per la diffusione dell'uso di tecnologie e metodi innovativi atti al recupero delle aree degradate.

La riduzione del degrado del territorio potrà realisticamente essere attuata in Italia solo attraverso un'effettiva incorporazione degli obiettivi e azioni della lotta alla desertificazione all'interno della programmazione dei settori dove esistono rilevanti sinergie, quali ad esempio Risorse Idriche e agricoltura. Elemento necessario per raggiungere questo obiettivo è dato dalla piena attuazione di quanto previsto nel D.lgs 152/2006 che attribuisce ai Distretti Idrografici il compito di individuare le aree a rischio e dunque di definire le priorità di azione a livello territoriale.

Molte azioni di prevenzione o di recupero del degrado di aree forestali, agricole e pastorali potrebbero essere incluse sia nei Piani di Sviluppo Rurale, le cui misure rappresentano il principale strumento di programmazione delle aree rurali del territorio nazionale, sia nei Piani di prevenzione del Dissesto Idrogeologico per quanto riguarda in particolare il processo di erosione.

La programmazione regionale dovrà inserire azioni di lotta al degrado nell'ambito degli strumenti di programmazione regionale, Piani di Tutela delle Acque, Piani di Gestione del Distretto Idrografico, Piani di Assetto Idrogeologico, Programmi di Sviluppo Rurale, Piani Paesaggistici, in conformità con gli obiettivi e le strategie del PAN affinché la loro attuazione possa essere condivisa e avviata all'interno della normativa esistente.

Il monitoraggio dei fenomeni di cambiamento climatico e dello stato del territorio è, anche nel settore desertificazione, un presupposto necessario per l'avanzamento nella comprensione dei processi e delle dinamiche che influiscono sul settore. Un'azione di adattamento *grey* che necessita di essere implementata a breve termine è proprio quella relativa all'attivazione di una rete per il monitoraggio dei fenomeni di degrado del territorio e dei servizi ecosistemici sulla base di indicatori di *Land Degradation Neutrality* a scala nazionale, regionale e di bacino idrografico.

A livello tecnico e operativo le azioni necessarie dovranno prevedere l'impiego di tecnologie e metodi innovativi per la riduzione delle pressioni, il recupero delle aree degradate, miglioramenti della copertura vegetale e protezione del suolo.

Così come in altri settori, le azioni di natura politica devono essere affiancate da proposte a livello nazionale finalizzate a sensibilizzare e migliorare la conoscenza e la consapevolezza attraverso azioni di educazione e di formazione per promuovere nuove iniziative di contrasto degli impatti dei cambiamenti climatici e del degrado del territorio.

ECOSISTEMI TERRESTRI

Le azioni di adattamento relative agli ecosistemi terrestri erano state individuate nella SNAC in azioni di tipo non strutturale (*soft*) e azioni di ecosistemiche (*green*).

Le misure non strutturali si basavano su tre caposaldi: ampliamento della conoscenza scientifica (quindi prevalentemente azioni di ricerca), integrazione del concetto di adattamento nei processi di pianificazione e gestione della biodiversità, ed estensione delle analisi socioeconomiche.

La parte di ricerca richiede un vero e proprio cambiamento di paradigma nelle priorità di finanziamento della ricerca ecologica, favorendo in tutti i modi le ricerche che amplino la conoscenza nella distribuzione puntuale delle specie e degli habitat in relazione ai sistemi di paesaggio di cui sono componenti, e incentivando la realizzazione di data-base nazionali e regionali (tra loro però integrati e in grado di scambiarsi informazioni consistenti e comparabili) su specie vegetali, animali e su habitat. Il monitoraggio dovrebbe divenire l'architrova su cui basare poi le politiche ambientali di conservazione della biodiversità.

Inserire il concetto di adattamento ai processi di pianificazione e conservazione della biodiversità significa che tutte le azioni di conservazione debbono assumere un approccio dinamico e non statico: la perimetrazione delle aree protette deve considerare le tendenze future, individuate sulla base degli scenari climatici ad alta risoluzione. È particolarmente importante inserire nelle procedure VIA e VAS i modelli climatici ad alta risoluzione e considerare gli scenari futuri, in quanto il cambiamento di areali e potrà far insorgere in tempi anche rapidi nuovi impatti (ad esempio l'accresciuta idoneità dei territori italiani ad alcune specie invasive). In relazione a ciò, è bene essere consapevoli che questo implica il superamento dell'approccio statico alla conservazione dettato dalla Direttiva Habitat (42/93 CEE) da cui dipende anche nell'ordinamento italiano la gestione di numerose aree protette. Questa di fatto richiede di cristallizzare le vegetazioni (habitat) oggetto di conservazione nello stadio evolutivo come codificato nei manuali di interpretazione. Infatti, la Direttiva Habitat impone un approccio di "resistenza" al cambiamento invece che di resilienza/adattamento, peraltro secondo uno spirito non "segregativo" delle diverse funzioni degli ecosistemi terrestri e non prescindendo dalla considerazione del contesto socio-economico di riferimento, Direttiva 42/93 CEE, art 2, comma 3). Tuttavia, non è ben chiaro come questo collimi con l'assunzione, nel nostro paese, tra i fattori di criticità le pratiche (per esempio quelle selvicolturali nel caso degli ecosistemi forestali, cf. (Angelini et al. 2016) cui essi sono stati sottoposti nel tempo, e con i suggerimenti più o meno impliciti di scelte gestionali di "non intervento" nella convinzione che l'evoluzione spontanea delle vegetazioni possa portare ad un aumento di biodiversità e stabilità. Suggerimenti che non solo non paiono appropriati se obiettivo di conservazione sono cenosi vegetali non primigenie, che devono il loro status di habitat di interesse comunitario proprio alle azioni umane che li hanno plasmati, ma sono in palese contraddizione con quanto operato attraverso i Progetti LIFE che nella maggior parte dei casi prevedono la realizzazione di quegli stessi "disturbi".

Da quanto fin qui suggerito emerge l'importanza del monitoraggio, che non è da effettuare solo all'interno delle aree protette ma anche nelle zone adiacenti, ma soprattutto emerge la necessità delle strategie e degli obiettivi della gestione (resistenza vs resilienza/adattamento) nel contesto del cambiamento climatico.

Le azioni di monitoraggio, pur necessarie sulla totalità del territorio nazionale, debbono poi dedicare particolare attenzione agli ambienti che maggiormente sembrano essere soggetti a modifiche e cambiamenti (aree sommitali, zone a rischio di desertificazione, aree vulnerabili come le torbiere e piccole aree umide).

Inoltre dalle azioni di ricerca (che debbono comprendere un incremento degli studi comprendenti modelli di scenari climatici) e monitoraggio possono derivare programmi di conservazione ex situ (i.e. banche del germoplasma) e un programma di rafforzamento di aree protette e reti ecologiche atte a mantenere le esigenze di spostamento e scambio genetico per le popolazioni che in uno scenario climatico differente risulterebbero essere isolate.

Infine l'approfondimento socio-economico riguarda lo sviluppo di indicatori ecologici ed economici e la diffusione di strumenti di misurazione delle analisi costi benefici che tengano in conto i servizi ecosistemici forniti dagli ecosistemi terrestri ora e in futuro. Il concetto di servizio ecosistemico si è

rivelato uno strumento importante che permette a ecologi, economisti, *stakeholders* e decisori di parlare lo stesso linguaggio e contribuisce a indirizzare le scelte finali verso una gestione dell'ambiente maggiormente sostenibile. A tal riguardo, sembra opportuno ricordare che la maggior parte delle aree protette italiane sono di grande estensione e coincidono con "aree svantaggiate" (oggi anche terremotate) in cui l'abbandono delle pratiche di uso e cura del territorio (ecosistemi compresi), può portare a fenomeni di dissesto idrogeologico, alla colonizzazione degli habitat oggetto di conservazione da parte di specie vegetali e animali alloctone e invasive. Queste aree, inoltre sono da secoli i luoghi e i paesaggi delle identità culturali delle comunità umane che li abitano (persone), da esse plasmati (non vergini), che rischiano di scomparire. Infine, dal punto di vista della proprietà fondiaria (spesso polverizzata), esse non appartengono all'Ente gestore né solo allo Stato, alle Regioni o ai Comuni, ma per gran parte, a cittadini che non hanno perso con l'istituzione dell'area protetta i diritti reali e che sono solo tenuti ad esercitarli in maniera conforme e regolamentata (molto di più di quanto non avvenga al di fuori delle aree protette).

Infine particolarmente importante è il potenziamento dei programmi di *citizen science*, nei quali soggetti estranei al mondo della ricerca, ma interessati a singoli argomenti (monitoraggio di specie carismatiche, o invece potenzialmente dannose), siano coinvolti nella raccolta dei dati. L'importanza di queste iniziative è che con esse vengono raggiunti molteplici obiettivi: una raccolta di dati più estesa e a costi finali inferiori. A questo proposito tuttavia, occorre prevedere anche azioni volte al controllo della qualità dei dati raccolti. Ciò offre un'irripetibile opportunità di allargamento della consapevolezza relativamente alle questioni ambientali da parte dei cittadini e della conoscenza e trasmissione delle novità scientifiche dal mondo della ricerca alla società.

Va osservato che in questo particolare momento (gennaio 2017) il parlamento sta analizzando la proposta di modificare la legge quadro sulle aree protette. Attualmente non vi sono riferimenti espliciti all'inserimento di strategie di adattamento ai cambiamenti climatici, ma questa è una delle esigenze che un modello di conservazione attivo. In particolar modo andrebbe posta grande attenzione alle dinamiche di definizione e ridefinizione della perimetrazione interna (zone A, B, C, D) ed esterna delle aree protette, tenendo conto del dinamismo degli habitat indotto dal cambiamento climatico.

Tipologia	Elenco
Non strutturale <i>soft</i>	<p data-bbox="371 1308 612 1335"><u>Ricerca e conoscenza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="421 1341 1509 1402">• Favorire l'integrazione delle proiezioni climatiche ad alta risoluzione nei modelli di previsione degli areali di distribuzione risolvendo i problemi di compatibilità di scala; <li data-bbox="421 1408 1509 1498">• Approfondire lo studio dello spostamento degli areali di distribuzione delle specie causato dai cambiamenti climatici e il potenziale di adattamento delle diverse specie a rischio e aggiornare le liste rosse di specie; <li data-bbox="421 1505 1509 1594">• Creare un database interregionale degli atlanti di specie vegetali e animali; rafforzare e se necessario reindirizzare gli attuali piani di monitoraggio e controllo delle specie e habitat vulnerabili e a rischio (in particolare ambienti e specie di alta quota); <li data-bbox="421 1601 1509 1662">• Rafforzare la creazione di una rete di aree permanenti di monitoraggio considerando la rete LTER-Italia e le infrastrutture di siti già esistenti; <li data-bbox="421 1668 1509 1729">• Usare come criterio di scelta delle priorità operative a livello nazionale, la possibile perdita di specie e/o habitat a rischio, prioritari, ad alto valore conservazionistico o emblematici; <li data-bbox="421 1736 1509 1861">• Incoraggiare iniziative di scambio esperienziale, manuali di buone pratiche ambientali, studi e dati di monitoraggio rilevanti e raccomandazioni a livello intersettoriale e internazionale, anche con l'utilizzo di strumenti di condivisione sul web come il portale NaturalItalia e il Network Nazionale della Biodiversità; <li data-bbox="421 1868 1509 1993">• Coordinare a livello intersettoriale e internazionale le misure di adattamento volte ad assicurare la salvaguardia di specie ad elevato pregio naturalistico e habitat terrestri specialmente vulnerabili ai cambiamenti climatici o relitti, con speciale riguardo alle aree alpine e appenniniche; <li data-bbox="421 2000 1509 2054">• Promuovere studi sugli effetti causati da inquinamento atmosferico sulla vegetazione e sul funzionamento degli ecosistemi forestali;

	<ul style="list-style-type: none"> • Promuovere l'identificazione e la successiva protezione di popolazioni e sub-popolazioni di specie sensibili al clima ad alti tassi di scambio genetico. <p><u>Integrazione dell'adattamento nella pianificazione e gestione della biodiversità</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Riattualizzare le esistenti politiche forestali di prevenzione e lotta contro incendi boschivi in funzione dei rischi indotti dai cambiamenti climatici, anche secondo le più recenti indicazioni dell'ingegneria naturalistica; <p><u>Approfondimento socio-economico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Approfondire le conoscenze sugli indicatori di integrità ecosistemica e sui servizi ecosistemici associati alle diverse tipologie di copertura/uso del suolo; rafforzare le conoscenze e la sorveglianza sulla stabilità e resistenza degli ecosistemi terrestri e valutare quantitativamente eventuali variazioni nella loro capacità di fornire servizi ecosistemici; • Incentivare lo sviluppo di metodi di valutazione economica e analisi costi/benefici e multi-obiettivo delle misure di adattamento nella gestione della biodiversità terrestre senza prescindere dalle istanze delle comunità umane, nell'ottica di un loro coinvolgimento proattivo nella gestione adattativa dei paesaggi culturali, agricoli e forestali; • Sensibilizzare la popolazione sull'importanza e i rischi connessi alla problematica delle specie invasive e informare i gruppi d'interesse sulle "buone pratiche" per evitare nuove introduzioni; • Organizzare iniziative formative e workshop di aggiornamento delle conoscenze tecniche sulle implicazioni dei cambiamenti climatici e incoraggiare il personale del settore della conservazione, veterinario e agricolo ad ampliare le loro competenze sugli impatti e rischi emergenti nella biodiversità terrestre; • Incentivare la diffusione della "citizen science", intesa come una fattiva collaborazione tra cittadini e ricercatori finalizzata ad arricchire le banche dati delle segnalazioni di specie esotiche, di specie a rischio di estinzione, di raccolta dati nelle attività di monitoraggio.
Azioni Verdi Approccio ecosistemico	<ul style="list-style-type: none"> • Assicurare il mantenimento e potenziare l'ampliamento delle banche genetiche e di germoplasma di specie vegetali e animali a rischio oltre che di varietà di colture e di foraggio tradizionali; • Incentivare l'estensione dell'attuale rete di corridoi naturali e artificiali tra le aree protette nazionali, e in particolare tra le aree alpine e appenniniche, e adeguarla allo spostamento degli areali delle specie più colpite dai cambiamenti climatici; • Assicurare l'interconnettività della rete ecologica nazionale e delle reti regionali (aree protette e reti di biotopi), ad esempio tramite la rete E-connect, ALPARC di connessione tra aree montane, e LIFE-TIB di connettività del corridoio ecologico Alpi - Pianura Padana; • Considerare l'eventuale ristrutturazione delle aree protette nazionali e delle aree di rifugio per riadattarle agli ulteriori spostamenti/risalite delle specie animali e vegetali.

FORESTE

Le azioni di adattamento ai cambiamenti climatici proposte per il settore forestale devono realizzarsi attraverso una convergenza politica e istituzionale di intenti e strumenti finanziari locali, nazionali e cofinanziati dall'UE, inclusi programmi di finanziamento per progetti Life 2014-2020 e Horizon 2020.

In particolare le azioni proposte nel Piano delineano nello specifico gli interventi di adattamento proposti in linea generale nella SNAC, a livello di:

- *protezione della biodiversità e aumento della resilienza dei boschi* all'impatto dei cambiamenti climatici, attraverso l'assistenza colturale alle specie minacciate e la definizione di criteri colturali orientati verso formazioni variegata dal punto di vista compositivo e strutturale;
- *tutela dagli incendi boschivi*. La gestione del combustibile costituisce un elemento chiave nelle strategie di adattamento agli incendi boschivi: gestione e riduzione del combustibile vegetale mediante diradamenti e ripuliture, rimozione della vegetazione secca, controllo delle infestanti e degli arbusti più infiammabili, creazione di discontinuità e difesa attiva dagli incendi. Il mantenimento e/o l'incremento della biodiversità dell'ecosistema può garantire un aumento della

resilienza degli ecosistemi su larga scala, favorendone la ripresa dopo il passaggio del fuoco. La pianificazione territoriale, l'identificazione di aree forestali maggiormente suscettibili a incendi severi o ricorrenti e la realizzazione di infrastrutture di protezione permettono di migliorare la prevenzione e lotta attiva agli incendi. L'adattamento agli incendi boschivi presuppone inoltre un'adeguata opera di sensibilizzazione, educazione e consapevolezza dei rischi connessi agli incendi da indirizzare verso la popolazione civile, al fine di ridurre la possibilità di comportamenti o azioni potenzialmente pericolosi e codificare norme di sicurezza. Appare fondamentale diffondere, condividere e valorizzare comportamenti virtuosi e buone pratiche abbinando il concetto di auto-protezione alla gestione degli ambienti rurali e forestali, con l'obiettivo di limitare i danni degli incendi a cose e persone, ridurre le situazioni di emergenza e gestire il fenomeno con maggiore efficienza e sicurezza per gli operatori coinvolti nella lotta attiva;

- *protezione del suolo, riduzione del dissesto idrogeologico, depurazione e regimazione delle acque* attraverso, ad esempio, il recupero di terreni degradati e terreni soggetti ad erosione, bonifiche di terreni industriali, tramite attività di riforestazione; estensione della normativa vigente (art. 3 L. 21/11/2000, n. 393) di obbligo dei proprietari degli incolti di manutenzione ai fini della lotta agli incendi boschivi che includa anche l'obbligo di manutenzione dei boschi per finalità legate alla sicurezza idrogeologica; realizzazione e ripristino di sistemazioni idraulico-forestali e di opere di ingegneria in aree a rischio di instabilità idrogeologica e/o erosione e/o già interessate da movimenti franosi;
- *mantenimento degli ecotoni agrosilvopastorali montani*, incentivando le attività produttive tradizionali legate all'uso del suolo al fine di ripristinare il mosaico paesaggistico là dove l'espansione naturale del bosco sta portando ad un'eccessiva omogeneizzazione delle forme d'uso del suolo con una minore resilienza generale degli ecosistemi;
- *gestione forestale sostenibile*. Fondamentale risulta conservare e tutelare il settore forestale nel suo complesso: le attività volte a favorire la capacità di adattamento, quali la forestazione e la gestione forestale attiva e multifunzionale, sono in grado di innescare meccanismi virtuosi a cascata che portano ad uno sviluppo economico e produttivo in generale del settore, conseguente ad una maggiore disponibilità di legname da opera per l'industria del legno ed edilizia e di biomasse di scarto che potrebbero attivare meccanismi di innovazione tecnologica e di investimento nel campo di nuovi materiali (chimica verde) e delle bioenergie;
- *L'innovazione e la ricerca nella selezione di specie forestali più adatte ai cambiamenti climatici*, soprattutto per quanto riguarda la forestazione e l'arboricoltura da legno, e cambiamenti nei sistemi gestionali di produzione di biomassa sono da incentivare per favorire una gestione sostenibile e aumentare la resilienza ai cambiamenti climatici. L'aumento dei turni di ceduzione della *Short Rotation Forestry* e *Medium Rotation Forestry*, oltre a fornire biomassa di miglior qualità grazie alla maggiore dimensione dei polloni e alla minore percentuale di corteccia, riduce l'esposizione a fattori di degrado conseguenti ad attacchi parassitari;
- *aumento degli assorbimenti di carbonio e depurazione dell'aria*. Interventi che possano avere una duplice finalità in termini di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici sono da preferire. Le azioni quindi che possono aumentare la quantità di carbonio atmosferico assorbita e immagazzinata all'interno dei sistemi forestali svolgono un'azione importante in questo contesto. Tra queste, un'azione importante per la tutela del clima è l'incentivazione della filiera forestale corta, attraverso l'utilizzo di legname proveniente da boschi e aziende locali, e trasformato e commercializzato nella regione, favorendo l'economia locale e aumentando la creazione di valore locale, creando posti di lavoro e riducendo le distanze dei trasporti, con conseguente riduzione dei costi del carburante e delle emissioni di CO₂;
- *innovazione e ricerca, educazione e formazione*. Le azioni volte ad aumentare il livello di conoscenze e lo scambio di informazioni tra i diversi attori coinvolti rivestono un ruolo cruciale per supportare il

settore. Da un lato è necessario un coordinamento col mondo della ricerca per sviluppare strumenti e *tools* che possano studiare i fenomeni legati ai cambiamenti climatici nei confronti del settore forestale e rispondere meglio alle esigenze gestionali. In secondo luogo è anche importante il trasferimento delle conoscenze, l'armonizzazione delle informazioni, delle statistiche e dei dati del settore forestale e degli incendi boschivi, e la formazione di studenti (di ogni genere e grado), portatori di interesse e operatori con il fine di divulgare, educare e formare alla gestione sostenibile e degli incendi in condizioni di cambiamento climatico.

Rispettando questa classificazione, un totale di 35 azioni sono state identificate e riportate nell'allegato "Database delle azioni di adattamento". La maggior parte delle azioni risultano trasversali e quindi in grado di rispondere a più di un obiettivo. Tutte le azioni possono essere implementate sia a breve (entro il 2020) e sia lungo (dopo il 2020) termine, con 17 azioni identificate tra le *green*, 3 tra le *grey*, e 15 *soft*.

UOMO (ATTIVITÀ ANTROPICHE)

AGRICOLTURA E PRODUZIONE ALIMENTARE

Le azioni di adattamento proposte per il settore agricolo seguono le sei priorità indicate dall'Unione europea in materia di Sviluppo Rurale, che riguardano:

- il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore agricolo e nelle zone rurali;
- il potenziamento della redditività e della competitività di tutti i tipi di agricoltura e la promozione di tecnologie innovative per le aziende agricole;
- l'organizzazione della filiera alimentare, il benessere degli animali e la gestione dei rischi nel settore agricolo;
- la preservazione, il ripristino e la valorizzazione degli ecosistemi agricoli;
- l'uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di CO₂ e resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale;
- la promozione dell'inclusione sociale, la riduzione della povertà e lo sviluppo economico nelle zone rurali.

Queste priorità devono assicurare il mantenimento della competitività dell'agricoltura, attraverso l'aumento della capacità di adattamento alle condizioni climatiche in mutamento, e al contempo garantire una gestione sostenibile delle risorse naturali, una riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera e uno sviluppo equilibrato delle zone rurali.

Le azioni individuate per il settore agricolo sono quindi in parte quelle già individuate nei Programmi di Sviluppo Rurale (PSR) della programmazione 2014-2020 e prevedono sia tradizionali interventi di investimento per l'innovazione delle aziende agricole (es. migliorare l'efficienza nel comparto irriguo e dell'utilizzo dell'energia), sia interventi volti ad aumentare l'integrazione territoriale delle imprese agricole mediante azioni che riducano l'impatto dei cambiamenti climatici sul settore agricolo ma che limitino anche gli impatti negativi dell'agricoltura sull'ambiente (es. azioni che prevedono l'utilizzo di tecniche agronomiche e disciplinari di produzione integrata a ridotto impatto, gestione sostenibile dei fertilizzanti, riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera e incremento del sequestro del carbonio).

Sono inoltre incluse azioni per promuovere la gestione dei rischi in agricoltura e azioni relative al trasferimento delle conoscenze e delle innovazioni nel settore agricolo, interventi di consulenza, assistenza tecnica e divulgazione agricola, nonché interventi relativi al rafforzamento e alla diffusione delle reti di cooperazione.

Molte delle azioni individuate sono trasversali, quindi in grado di rispondere a più di un obiettivo. In generale, le azioni individuate possono essere ricondotte alle seguenti macro-categorie di intervento:

- **educazione e formazione:** acquisire competenze e conoscenze tecniche e manageriali in diversi comparti produttivi per favorire la crescita sostenibile, intelligente e inclusiva del comparto agricolo con specifico riguardo al tema del cambiamento climatico e alle misure di adattamento e mitigazione;
- **consulenza:** promuovere l'utilizzo dei servizi di consulenza per migliorare la gestione sostenibile e la performance economica e ambientale nel contesto della mitigazione dei cambiamenti climatici e l'adattamento ad essi delle aziende agricole e delle piccole e medie imprese che operano nelle aree rurali; promuovere la formazione e l'aggiornamento dei consulenti per aumentare la qualità ed efficacia della consulenza offerta;
- **cooperazione:** promuovere cooperazione di filiere; migliorare la gestione delle risorse idriche e dei nutrienti; ridurre le emissioni; promuovere l'innovazione gestionale di processo e di prodotto, aumentare l'efficienza tecnico-produttiva delle aziende agricole e forestali; promuovere tecniche di

- coltivazione innovative per favorire il carbon *sink* e l'adattamento ai cambiamenti climatici; rafforzare la capacità progettuale per fronteggiare il cambiamento climatico attraverso la promozione di forme di cooperazione, piattaforme di confronto e dialogo tra beneficiari finali, decisori, ricercatori e rappresentanti delle filiere produttive già esistenti e/o da implementare;
- **gestione del rischio e prevenzione:** promuovere azioni che prevedano contributi finanziari per il pagamento dei premi di assicurazione, i contributi finanziari versati ai fondi di mutualizzazione e strumenti di stabilizzazione del reddito, e azioni di prevenzione e ripristino del potenziale produttivo agricolo danneggiato da calamità naturali e da eventi catastrofici, tali da preservare la conservazione delle superfici agricole e del loro carbon *sink*;
 - **imprenditorialità:** promuovere la fattibilità economica e ambientale, garantire iniziative globalmente sostenibili con approccio innovativo e multifunzionale;
 - **pagamenti agro-climatico-ambientali:** stimolare e rafforzare i metodi e le pratiche funzionali al razionale utilizzo delle risorse idriche e alla difesa del suolo; migliorare l'adattamento ai cambiamenti climatici da parte delle aziende agricole; promuovere l'uso sostenibile dei fertilizzanti e la riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera; sequestro del carbonio. conservazione delle risorse genetiche locali e salvaguardia della biodiversità;
 - **agricoltura biologica:** promuovere l'agricoltura biologica al fine di migliorare l'utilizzo delle risorse (es. la risorsa idrica), favorire l'uso delle risorse rinnovabili e la tutela della biodiversità;
 - **pratiche agricole benefiche per il clima e l'ambiente:** promuovere il mantenimento della qualità del suolo e delle acque, della biodiversità, la salvaguardia del paesaggio e la mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento ad essi;
 - **ricerca e sviluppo:** promuovere la ricerca e lo sviluppo mirato nello specifico ad incrementare le conoscenze e la tecnologia finalizzata all'adattamento ai cambiamenti climatici;
 - **innovazione:** migliorare l'efficienza aziendale e aumentare l'integrazione territoriale delle imprese agricole mediante la riduzione degli impatti negativi del clima sull'agricoltura e la promozione dell'agricoltura sostenibile.

Su 28 azioni identificate e riportate nell'allegato "Database delle azioni di adattamento", 23 sono azioni *soft*, 1 *green* e 4 *grey*. La maggior parte delle azioni individuate (24 su 28) sono da implementare nel breve termine (entro il 2020), mentre le rimanenti 4 sono da implementare nel lungo periodo (oltre il 2020).

PESCA MARITTIMA

Alla luce della molteplicità e intensità degli impatti dei cambiamenti climatici sul settore della pesca marittima, interventi e idonee politiche sono necessari per aumentare la resilienza delle risorse biologiche commerciali e degli interi ecosistemi marini, nonché dei sistemi socio-economici che su di essi si basano, consentendo ai pescatori di ottenere sufficiente remunerazione anche nelle "nuove" condizioni ambientali dei nostri mari.

La principale linea d'azione messa in atto dall'Unione Europea, ormai da vari anni, è quella di ridurre e rimodulare l'attività di pesca onde giungere, per quanto possibile, ad un aumento della taglia media degli individui catturati e ottenere, quindi, gli stessi quantitativi di sbarcato a fronte di un numero inferiore di esemplari prelevati. Questa politica, che mira a ridurre la mortalità per pesca a carico delle popolazioni locali delle varie specie a livelli compatibili con il "Massimo Rendimento Sostenibile" (o MSY, *Maximum Sustainable Yield*) è stata, però, finora poco efficace, giacché la quasi totalità degli stock ittici mediterranei sono ritenuti in situazioni di serio o grave sovra-sfruttamento (Tsikliras et al. 2015) (STECF 2015).

È necessario innanzitutto un più stretto rispetto di tutta la normativa in materia di pesca, in accordo con quanto previsto nei Regolamenti UE n. 1005/2008 e n. 1224/2009. Il mancato rispetto delle normative e

l'aggiramento dei vincoli imposti ha aumentato la concorrenza tra gli operatori, a scapito di una efficace gestione delle risorse stesse.

In ogni caso, si deve notare che a netti cali di sbarcato e fatturato non hanno corrisposto, nel corso degli anni, analoghe riduzioni reali della capacità di pesca, perché il numero di imbarcazioni disarmate è stato relativamente modesto e gli incentivi pubblici in materia hanno spesso interessato unità obsolete o poco attive (IREPA 2004) (Corte dei Conti Europea 2011).

Indipendentemente dallo scarso successo ottenuto finora in materia, portare la mortalità per pesca dei vari stock ai livelli corrispondenti al loro MSY, consentirebbe, nel lungo periodo, di aumentare nettamente il numero e la biomassa dei riproduttori, con effetti positivi sia sulla resilienza delle popolazioni in presenza di fattori ambientali negativi che sulle catture commerciali, le quali sarebbero più abbondanti, più pregiate in termini di taglia e più stabili nel tempo (Froese and Proelß 2010) (Colloca et al. 2013).

Incrementi proporzionalmente ancora più netti si avrebbero a livello delle catture annue e delle biomasse in mare, qualora la selettività delle reti a traino e di altri attrezzi di cattura fosse modificata in modo che la taglia di prima cattura (in generale, quella alla quale il 50% degli individui di quella dimensione sono prelevabili) fosse sensibilmente aumentata rispetto a quella attuale (ciò soprattutto per il tonno rosso e per alcuni pesci di fondo, come pure per gli scampi, nell'ambito dei crostacei), per cui appare importante sia regolare l'intensità dell'attività in mare e sia le modalità secondo cui essa si svolge, in relazione alla selettività degli attrezzi e alla necessità di evitare lo sfruttamento in aree ad elevata concentrazione di individui di piccola taglia (Colloca et al. 2013).

Le **azioni** mitigatrici e adattative individuate per la pesca nei confronti di impatti da cambiamenti climatici possono essere raggruppate secondo i seguenti obiettivi:

- contribuire a rimodulare e ridurre l'attività di pesca, con possibili cali di mortalità per gli stock. Una riduzione della mortalità per pesca nei vari stock è fondamentale per aumentarne la resilienza e stabilizzare il fatturato della pesca italiana su livelli più elevati di quelli attuali; tutto ciò presuppone, tuttavia, forme di concorrenza meno esasperate, affinché il prelievo sulle risorse sia in equilibrio tra le esigenze economiche e quelle di tutela. In tal senso occorre, pertanto, ridurre il numero di imbarcazioni attive perché le imprese residue possano ben operare e avere idonei margini di guadagno. Il P.O. FEAMP Italia 2014-2020 appare improntato a criteri di massima gradualità nella riduzione della flotta nazionale, prevedendo fondi pubblici per il disarmo di 250 imbarcazioni e un complessivo calo di circa il 9% del numero complessivo delle unità, incluse quelle inattive da tempo, in particolare nell'ambito della "piccola pesca artigianale" (Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali 2015). Tuttavia, sono previsti sostegni per la messa a punto di piani di "assegnazione delle possibilità di pesca", ossia per indicare alle singole imbarcazioni livelli massimi di cattura, secondo esperienze già in atto in altri Stati europei e in altre parti del mondo (Bonzon et al. 2010) ;
- oltre a ridurre le capacità di pesca della flotta, nella gestione delle risorse appare importante, come ampiamente segnalato dalle competenti Autorità UE, assicurare uno stretto rispetto della normativa di pesca (a questo proposito va segnalato il problema generato dal fatto che la legislazione nel settore è molta, complessa e altamente variabile), eliminando tutte le forme di attività illegali, non autorizzate e non monitorate. Tali forme di pesca sono invece ancora documentate, in tempi abbastanza recenti, riguardo all'uso di alcuni tipi di reti derivanti (LAV et al. 2010), cosicché è auspicabile che queste situazioni irregolari siano quanto prima risolte. In tal senso, appare positivo che nel P.O. FEAMP Italia 2014-2020 siano stati richiesti cospicui fondi comunitari per incrementare i controlli in mare (Ministero Politiche Agricole Alimentari Forestali 2015);
- nell'ambito dei mutamenti organizzativi e operativi imposti dai cambiamenti climatici al settore della pesca marittima, gli interventi descritti si possono considerare sia mitigatori degli impatti negativi sulle risorse ittiche, che, indirettamente, di adattamento per il settore della pesca perché una più

corretta gestione delle risorse biologiche consentirà di fronteggiare l'impatto economico delle più difficili condizioni operative;

- aiutare i pescatori ad avere nuove fonti di reddito. Altre iniziative che nel corso dei prossimi anni dovranno maggiormente svilupparsi sono quelle relative all'integrazione della pesca con il turismo, compresa la pesca sportiva e ricreativa, in quanto questo tipo di attività potrebbero essere una valida integrazione o alternativa alla pesca professionale. Potranno essere poi prese in considerazione particolari forme assicurative (simili a quelle che iniziano ad essere diffuse in agricoltura) che potrebbero favorire la protezione dei pescatori nei confronti di eventi meteo-climatici eccezionali.

Sono state individuate 20 azioni in parte già in atto e comunque da implementare entro il breve periodo (2020). Il dettaglio delle azioni proposte è riassunto nell'allegato "Database delle azioni di adattamento".

ACQUACOLTURA

Le azioni di adattamento proposte per il settore dell'acquacoltura seguono in parte le priorità e le azioni già individuate nel Piano Strategico Acquacoltura (PSA 2014-2020) e trovano attuazione nel Programma Operativo del Fondo Europeo per la pesca marittima e l'acquacoltura (FEAMP 2014-2020) volte a aumentare la resilienza delle imprese ai cambiamenti climatici, a ridurre la vulnerabilità delle produzioni, del mercato e del commercio dei prodotti di acquacoltura, a aumentare la sostenibilità attraverso l'uso più efficiente delle risorse.

Le 9 azioni individuate per lo più di natura *soft* (8) e *grey* (1) da implementare a breve e medio termine, includono azioni di ricerca, innovazione, informazione, pianificazione e *governance*. Le azioni di ricerca risultano rilevanti e prioritarie, in considerazione della scarsità delle conoscenze sugli impatti e la vulnerabilità del settore ai cambiamenti climatici.

Coerentemente con le aree d'intervento della SNAC, le azioni proposte perseguono i seguenti tre obiettivi principali:

- migliorare la conoscenza sugli impatti e la vulnerabilità dell'acquacoltura ai cambiamenti climatici tenendo in considerazione la diversità delle specie, delle tecnologie di allevamento, delle pratiche produttive, delle specificità del territorio, e sviluppare metodi/strumenti di supporto decisionale per definire le priorità dell'adattamento;
- aumentare la resilienza dell'acquacoltura ai cambiamenti climatici secondo i principi di sostenibilità ambientale attraverso azioni di innovazione, gestione e conservazione degli ambienti naturali di riferimento per le attività produttive;
- integrare la *governance* dell'acquacoltura con le politiche di sviluppo sostenibile e di protezione dell'ambiente, attraverso azioni di pianificazione, programmazione e integrazione intersettoriale.
- le azioni proposte presentano un elevato livello di interazione intra- e inter-settoriale, in particolare con le zone costiere, gli ecosistemi di acque interne e di transizione, il turismo e la salute.

Il dettaglio delle azioni individuate è riportato nell'allegato "Database delle azioni di adattamento".

TURISMO

Nell'ambito del settore turismo, il principio cardine per implementare azioni di adattamento risulta essere quello di privilegiare quelle a basso costo sociale e a maggiore efficacia, in una prospettiva di efficienza sociale. Questo criterio dovrebbe temperare sia l'efficienza strettamente economica, sia l'impatto delle azioni proposte in termini di sostenibilità ambientale.

Di seguito si propongono alcune azioni di adattamento per il settore, suddivise per tipologia:

- azioni non tecniche;
- azioni gestionali o di programmazione;
- azioni tecniche o infrastrutturali.

Azioni non tecniche (adattamento soft)

Al fine di massimizzare l'efficacia e ridurre il costo sociale, le azioni non tecniche dovrebbero essere favorite. In particolare, quelle di comunicazione, sensibilizzazione ed educazione andrebbero attuate comunque, anche in parallelo alle altre azioni, perché permetterebbero agli attori coinvolti (operatori, turisti e popolazione locale) di comprendere e accettare con più facilità le altre azioni di adattamento eventualmente da attuare, oltre che cambiare il comportamento delle persone. In tutti gli ambiti (turismo costiero, montano, rurale e città d'arte) fondamentali e prioritarie sono quindi le campagne di comunicazione, sensibilizzazione e di educazione ambientale, rivolte sia agli operatori turistici, che ai turisti stessi e alla popolazione in generale. Gli obiettivi di tali campagne devono spaziare dalla condotta da tenere nel caso di eventi meteorologici estremi ad una corretta segnalazione degli elementi di attrazione del territorio alternativi a quelli consueti (ad esempio siti di interesse archeologico o storico il cui potenziale di interesse resti immutato anche in presenza di cambiamenti climatici¹) a comportamenti più responsabili (ad esempio riduzione dei consumi di acqua, energia, raccolta differenziata, rispetto delle risorse naturalistiche, etc.). Sostenere la destagionalizzazione e la differenziazione dell'offerta risultano essere delle azioni che permettono di trarre vantaggio da nuove condizioni climatiche in periodi non di punta e di sganciare l'offerta turistica dai tradizionali elementi d'interesse che possono risultare compromessi dai cambiamenti climatici.

In tale ottica potrebbe essere utile l'introduzione di vincoli ai finanziamenti locali/regionali per incentivare attività turistiche alternative e distribuire sulle quattro stagioni, il turismo di prossimità, e il turismo in aree remote. Infine è opportuno promuovere il ricorso a strumenti assicurativi per i rischi climatici anche in ambito turistico.

Azioni gestionali o di programmazione (adattamento soft/green)

Le azioni gestionali o di programmazione, come l'ampliamento della stagione turistica o l'introduzione di attività alternative a quelle tradizionali, sono più impegnative rispetto a quelle non strutturali ma comunque meno dispendiose di azioni che richiedono sostanziali investimenti infrastrutturali. Queste azioni non tecniche (come piani strategici, normative, diversificazione e destagionalizzazione, predisposizione di piani di gestione e normative che preservino o ristabiliscano le funzioni naturali del territorio, gli audit ambientali e l'aggiornamento delle Valutazioni di Impatto Ambientale, e, in ambito urbano, i sistemi di monitoraggio e allerta in caso di eventi estremi) andrebbero anch'esse comunque attuate in via prioritaria, anche considerando che gli effetti, per essere visibili, necessitano probabilmente di più tempo rispetto a quelle al punto precedente. A livello di destinazione, uno strumento che può rivelarsi molto utile è ETIS, l'European Tourism Indicator System for Sustainable Destination Management; si tratta per l'appunto di un sistema di indicatori, promosso ed elaborato dalla Commissione Europea e finalizzato a monitorare la sostenibilità turistica nella destinazione a livello sociale, economico e ambientale. ETIS, che tra l'altro si basa su un approccio *multi-stakeholder*, finalizzato alla sensibilizzazione e al coinvolgimento nell'attività di monitoraggio di tutti i principali *stakeholders* della destinazione, può costituire uno strumento di supporto alla gestione e programmazione dello sviluppo turistico della destinazione, anche nell'ottica di ridurre gli impatti legati ai cambiamenti climatici. Accanto a ETIS, sono disponibili altri sistemi simili di indicatori, sviluppati a livello internazionale, come i *GTSC Criteria* (del Global Sustainable Tourism Council) e il UNWTO

¹ Analogamente se le mutate condizioni climatiche lo consentono, si possono valorizzare dal punto di vista turistico le aree protette, che possono essere un veicolo importante per promuovere comportamenti e conoscenze in grado di contribuire all'adattamento ai cambiamenti climatici.

Guidebook (dell'UNWTO – Organizzazione Mondiale del Turismo).

Azioni tecniche (adattamento green/grey)

Le azioni di adattamento tecniche selezionate mirano a preservare o, dove necessario, a ristabilire le funzionalità naturali del territorio (azioni *green*), favorendo al tempo stesso la diminuzione degli impatti del cambiamento climatico, ed essere organicamente integrate in strumenti di pianificazione del territorio in una prospettiva di adattamento ai cambiamenti climatici. Si tratta spesso (anche se non sempre) di azioni che necessitano di maggiori investimenti economici, soprattutto in un'ottica di lungo periodo, rispetto ad azioni non tecniche. Solo come azioni di emergenza a breve termine vanno considerate azioni tecniche ad alto impatto ambientale, come ad esempio l'innervamento artificiale (adattamento *grey*). In molti casi va quindi invertito l'ordine consueto degli interventi di questo tipo nel settore turistico, privilegiando invece soluzioni *soft* e innovative.

In ambito costiero le azioni tecniche, se ritenute necessarie per piani di adattamento integrati, dovrebbero favorire la conservazione e ricostruzione delle dune e delle zone umide (stagni, lagune etc.), la rinaturazione dei fiumi, la conservazione della *Posidonia oceanica*, o comunque la corretta pianificazione della pulizia delle spiagge (adattamento verde o adattamento ecosistemico – azioni a lungo termine).

In ambito montano la raccomandazione di privilegiare l'adattamento ecosistemico rispetto a quello strutturale acquista particolare rilevanza. Se implementate con la dovuta cautela, azioni di *snow farming* possono essere proposte, benché comunque ci sia un certo impatto a livello del paesaggio (adattamento *grey* o strutturale, a breve termine) e necessitano della scelta delle zone più propizie alla permanenza delle condizioni di innervamento (adattamento *grey* o strutturale, a lungo termine).

L'azione di adattamento tecnica attualmente più diffusa, cioè l'innervamento artificiale, data la sua scarsa sostenibilità ambientale ed economica, andrebbe disincentivata in particolare in termini di nuovi investimenti. Tuttavia è chiaro che nel breve periodo gli operatori non potranno rinunciare ad utilizzare gli impianti di innervamento già realizzati. Pertanto questa opzione deve realisticamente essere considerata tra le azioni di adattamento di breve periodo, ma nel contempo dovranno essere poste in essere delle azioni atte a facilitare il *phasing-out* di questa opzione verso forme di preservazione dell'innervamento meno invasive, come appunto il già citato *snow farming*. A parziale mitigazione dei problemi di sostenibilità si può considerare l'attivazione del ruolo multifunzionale dei bacini per innervamento artificiale (ripristino zone umide e funzionalità turistiche e ricreative).

In generale va anche notato che nelle ultime decadi, non solo la domanda di turismo alpino è diminuita, ma anche la durata media dei soggiorni si è ridotta sostanzialmente. Molte destinazioni hanno raggiunto il loro stadio di maturità e il mercato sembra saturo. La globalizzazione ha aumentato esponenzialmente il numero dei competitori di mercato e ha modificato il comportamento dei viaggiatori. I costi imputabili al consumo di energia stanno corrodendo progressivamente i margini di guadagno per il settore alberghiero e dei trasporti. La disponibilità e il costo dell'acqua appaiono sempre di più come ostacoli alla produzione della neve artificiale. Questi elementi, di per sé, giustificano la messa in discussione del modello tradizionale di sviluppo fondato sulle attività sciistiche intensive invernali che ha prevalso fin dagli anni '70 e che hanno sempre più fatto affidamento sull'innervamento artificiale (Balbi et al. 2013).

In ambito urbano, hanno un ruolo primario azioni tecniche, quali, ad esempio, la riforestazione delle aree urbane e la creazione di spazi verdi all'interno delle città; anche azioni tipicamente infrastrutturali urbane, quali la manutenzione delle reti drenanti e dei sistemi di approvvigionamento idrico, possono aver rilevanza per la capacità delle città di interesse turistico di poter continuare a svolgere la loro funzione anche in presenza di condizioni climatiche meno favorevoli di quelle attuali e di aumentata frequenza di eventi estremi (adattamento verde o adattamento ecosistemico – azione a lungo termine).

In ambito rurale, considerando come il turismo sia strettamente connesso con le pratiche agricole, le azioni tecniche che hanno l'obiettivo di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse idriche per l'agricoltura sono di interesse anche per questo settore (adattamento *grey* o strutturale, a lungo termine). Più in generale, al fine di preservare il più possibile l'attrattività del turismo rurale, che si basa significativamente sui caratteri di tipicità locale dei vari distretti agricoli italiani, le azioni che permettono di preservare nel tempo le colture locali sono da preferire là dove l'aspetto turistico è una componente importante dell'attività agricola.

Secondo questa classificazione, 10 azioni sono state identificate e riportate nell'allegato "Database delle azioni di adattamento": 6 azioni sono di tipo *soft* (riferibili principalmente al contesto nazionale e implementabili entro breve termine). Due azioni sono più spiccatamente di tipo *green* (relative ai centri urbani e alle zone costiere ed entrambe implementabili a lungo termine) mentre due vengono classificate come di tipo infrastrutturale (riferibile all'ambito geografico montano e implementabile a breve termine). Infine, due azioni sono trasversali e in grado di rispondere a più di un obiettivo.

INSEDIAMENTI URBANI

Le esperienze di adattamento climatico in ambito urbano sono quelle che per prime – nel contesto europeo ma anche, seppur in casi ad oggi ancora molto limitati, nel contesto italiano – hanno conosciuto percorsi applicativi concreti, e in tal senso si ritiene di poter affermare che una amministrazione che intenda avviare percorsi di adattamento urbano dispone già oggi del patrimonio metodologico e operativo necessario.

La esperienza europea – nel suo complesso sistematizzata nel portale Climate-Adapt – offre infatti alcune linee di lavoro di accertata efficacia che – senza alcuna pretesa di esaustività – possono essere così riassunte:

- *affrontare problematiche manifeste e quindi percepite dai cittadini*, la cui collaborazione è elemento indispensabile per assicurare il buon esito delle azioni di adattamento, come importanti ed urgenti;
- *privilegiare gli interventi di adattamento no regret*, ovvero quelli suscettibili non solo di fornire benefici di lungo periodo in termini di riduzione degli impatti climatici, ma anche di incrementare nell'immediato la qualità urbana;
- *adottare strategie di intervento modulate di volta in volta in funzione dei problemi da risolvere*, combinando specifici mix di interventi *green*, *soft* e *grey*;
- *verificare, in dettaglio, la fattibilità economica e la realizzabilità tecnico-istituzionale degli interventi*, elementi indispensabili per una valutazione attendibile del rapporto costi-benefici.

Queste linee di lavoro sono state adeguatamente considerate nella selezione delle azioni di adattamento urbano incluse nel PNACC, di natura anche diversa ma accomunate dalla volontà di affermare e consolidare una elevata consapevolezza della magnitudine e della urgenza della sfida dell'adattamento climatico. Consapevolezza che deve e dovrà permeare tre versanti complementari.

Il **primo versante** consiste nel rendersi conto che *molte azioni efficaci si possono fare da subito e con costi nulli o comunque molto limitati*. Ricade ad esempio in questo novero una pianificazione urbanistica che applichi estesamente il *principio di precauzione*, evitando dunque di urbanizzare aree potenzialmente inondabili o franose che potrebbero divenire ancor più pericolose - rispetto al passato anche recente - a causa del mutamento del regime delle piogge. Similmente a costo zero, o quasi, risulterebbe la scelta di calcolare con accresciuti margini di sicurezza le nuove infrastrutture, oppure la esclusione dai processi di trasformazione urbana delle aree con elevati livelli di naturalità, tutela fondamentale in quanto le *green and blue infrastructures* assicurano gratuitamente – si tratta dei cosiddetti *servizi ecosistemici* – un riconosciuto ruolo di attenuazione dei picchi di temperatura.

Sono altrettanto importanti e consistenti altre azioni a *costo aggiuntivo zero*, ovvero quelle già contabilizzate nella ordinaria gestione urbana e che possono essere rimodulate in funzione di rischi climatici in precedenza non considerati.

Il **secondo versante** riguarda la consapevolezza che *investire risorse nell'adattamento climatico è sinonimo dell'investire risorse nella qualità di vita dei cittadini*; il passato è cosa diversa dal futuro, e la spesa pubblica del futuro dovrà di conseguenza essere diversa da quella del passato. La qualità di vita dei cittadini si misura oggi – ovvero per il futuro – nella riduzione delle emissioni, nella economia circolare, nell'arresto del consumo di suolo, nella riduzione dei rischi, nella equità sociale e intergenerazionale, nella gestione del patrimonio che già abbiamo e nella qualità del progetto e dell'opera architettonica e urbanistica delle opere pubbliche, con particolare riguardo anche alle opere che incidono in modo particolare anche sulla qualità del contesto storico-artistico e paesaggistico-ambientale. Ogni investimento pubblico – e ogni concorso degli investimenti privati – dovrà essere valutato in questa logica, anche se sconvolgerà tradizionali equilibri. In un futuro *consapevole*, gli investimenti in mobilità dolce supereranno probabilmente quelli in infrastrutture viarie, gli investimenti in *green infrastructures* quelli in nuove urbanizzazioni.

Il **terzo versante** comporta la consapevolezza del ruolo fondamentale delle visioni di *lungo periodo*, perché nessuno dubita che in materia di adattamento climatico è nel *lungo periodo* che si costruiscono risultati, valorizzando saperi predittivi soltanto pochi anni fa non disponibili. Le visioni di lungo periodo debbono però radicarsi ed essere concretizzate nel presente; l'adattamento climatico sarà alimentato da azioni a breve termine e potrà comportare investimenti ingenti spalmati su decenni, ma la certezza che questi investimenti saranno utili e indispensabili si può avere tempi molto brevi (pochi mesi di studi), e pochi ulteriori mesi saranno necessari per programmarne il graduale avvio, avendone costruite le premesse – scientifiche, amministrative, sociali, economiche – per esserne *consapevoli* come comunità.

In estrema sintesi, consapevolezza significa superare la logica del *do nothing is better*.

Gli obiettivi che nel complesso vengono perseguiti dalle azioni individuate possono essere esplicitati come segue:

- migliorare la conoscenza su natura e magnitudine dei cambiamenti climatici nei diversi contesti urbani, i loro effetti e le opzioni di adattamento;
- aumentare la consapevolezza e la gestione del rischio;
- incrementare educazione, formazione, informazione su conoscenze ed esperienze relative ad impatti e adattamento a livello urbano;
- spingere e facilitare le realtà urbane/i comuni di grandi e piccole dimensioni, singoli o associati, a dotarsi di strategie e piani di adattamento, fondamentali strumenti di contrasto ai cambiamenti climatici;
- adattare le previsioni di sviluppo territoriale alle future condizioni climatiche;
- garantire aderenza rispetto alla specificità locale e uniformità tra le diverse realtà nazionali in termini di efficienza raggiunta rispetto all'adattamento, facilitando le attività di monitoraggio delle azioni;
- promuovere interventi sperimentali di adattamento nelle aree periurbane e in ambiti di competenza sovralocale (contenere gli impatti climatici in maniera sinergica, considerando insieme il sistema del verde, delle infrastrutture e dei servizi, e salvaguardare la biodiversità);
- promuovere interventi sperimentali di adattamento nelle periferie e nei centri storici con riferimento alla qualità del progetto e dell'opera architettonica, anche promuovendo iniziative di riqualificazione e valorizzazione (migliorare la qualità dell'abitare in contesti sensibili e assumere il ruolo di progetti pilota, anche a scopo dimostrativo, includendo la considerazione di elementi di vulnerabilità sociale);

- promuovere interventi sperimentali di adattamento nello spazio pubblico (mitigazione dei fenomeni estremi di calore estivo e del fenomeno dell'isola di calore urbana; adattamento al fenomeno degli eventi di precipitazione intensa) e nella qualità del progetto e dell'opera architettonica e urbanistica delle opere pubbliche, con particolare riguardo anche alle opere che incidono in modo particolare anche sulla qualità del contesto storico-artistico e paesaggistico-ambientale;
- promuovere interventi sperimentali di adattamento a scala di edificio: sperimentare e dimostrare l'efficienza e l'efficacia di soluzioni di adattamento a scala di edificio (efficienza termica) e quartiere (tetti e pareti verdi) adatte al contesto edilizio e urbanistico italiano;
- incentivare la ricerca scientifica in materia di monitoraggio delle variabili climatiche a livello urbano, di adattamento climatico degli insediamenti esistenti, favorendo la sperimentazione nell'ambito dell'edilizia e di valutazione degli impatti, tenendo conto delle azioni di adattamento intraprese;
- razionalizzare la spesa pubblica rendendo le infrastrutture esistenti *climate proof*, prima di promuovere la realizzazione di nuove, e indirizzarla verso le opere di prevenzione strategicamente più vantaggiose in termini di costi e benefici.

Le azioni selezionate sono 16, di cui 11 *soft* e 5 *green*. Tra le azioni individuate 5 dovrebbero essere implementate a breve termine (entro il 2020) e 11 nel a breve e lungo termine (entro e oltre il 2020). Il dettaglio delle azioni individuate è riportato nell'allegato "Database delle azioni di adattamento".

INFRASTRUTTURA CRITICA - TRASPORTI

Lo stato dell'arte degli indirizzi strategici nel settore Infrastruttura Critica - Trasporti è decisamente acerbo. Il set di azioni di adattamento proposto è quindi costruito secondo un approccio bottom-up, ovvero a partire da casi virtuosi, locali, ipotizzando una organizzazione strutturale di questi elementi di natura più strategica; pensata per essere ampliata e arricchita nel tempo con successive revisioni e integrazioni. Le attività della Regione Lombardia (Lombardia and FLA 2016) e il redigendo Piano oltre alla strategia nazionale forniscono elementi utili sia di merito sia di approccio al tema.

Le azioni di adattamento inserite all'interno del capitolo Infrastruttura Critica - Trasporti forniscono quindi una proposta allargata di azioni multilivello, da declinare, in concerto con stakeholder e istituzioni. Il tentativo di definire dei ruoli e dei compiti e tempistiche è un primo passo per introdurre il tema nel settore, che potrà, nelle sedi opportune e in modo flessibile essere meglio formulata.

I principi comuni riconosciuti all'interno del ventaglio di azioni proposte sono:

- consapevolezza;
- monitoraggio e allerta;
- finanziabilità all'interno di canali già attivi;
- presenza di co-benefit.

Per propria natura, le azioni di adattamento attivate localmente hanno il vantaggio di essere robuste e integrate, perché si basano su esigenze specifiche e con riscontri immediati. Un primo passo necessario consiste nel dare corpo a queste esperienze, spesso nate in condizioni emergenziali, e metterle a sistema, supportati da evidenze scientifiche di monitoraggio ex-post, all'interno dei vari strumenti di pianificazione strategica di settore, e ampliando gli investimenti di conseguenza.

Su 14 azioni identificate e riportate nell'allegato "Database delle azioni di adattamento", 13 sono azioni *soft* e una è *green*.

Le azioni identificate possono essere accorpate con riferimento al principale obiettivo di adattamento specifico:

- Conoscenza e informazione
Sensibilizzare gli attori dei grandi nodi infrastrutturali;

Promuovere la ricerca e lo scambio internazionale relativamente a materiali e metodi *climate-proof*;

Istituire sistemi di monitoraggio e di informazione all'utenza della strada;

Proporre indicatori per il monitoraggio degli impatti e delle vulnerabilità (automaticamente raccolti) e implementare sistemi integrati di analisi dei dati.

➤ Gestione

Ottimizzare tecniche e procedure per la gestione delle emergenze;

Incentivare l'ottimizzazione e l'organizzazione integrata in coordinamento con la Protezione Civile;

Interventi sperimentali di adattamento e relativo monitoraggio ;

Promuovere programmi di verifica dello stato di manutenzione nelle infrastrutture più sensibili;

Istituire un tavolo intersettoriale e multi- stakeholder per la definizione di criteri comuni, opzioni sinergiche e priorità di intervento.

➤ Planning

Valutare possibili revisioni dei criteri pianificatori e/o progettuali;

Valutare la sinergia e i co-benefici della mobilità sostenibile (mitigazione e adattamento);

Introdurre all'interno delle prescrizioni progettuali / linee guida le sistemazioni green ed ecosistemiche;

Piano Nazionale contro il dissesto idrogeologico;

Completare e aggiornare le Linee Guida "Italia Sicura".

I paragrafi a seguire si soffermano nel commento di due azioni particolarmente significative (TT011 e TR006), al fine di caratterizzarne meglio le opportunità e l'obiettivo integrato, consapevoli che lo stesso processo definizione dell'azione costituisca già in sé, un'azione di adattamento. Opportune risorse devono ancora essere messe in campo per sviluppare una consapevolezza ed una conoscenza diffusa e sufficiente ad elaborare autonomamente i piani di azione specifici.

Integrare l'adattamento nella pianificazione territoriale e settoriale (TT011)

Le misure di sistema relative all'aggiornamento dei contenuti dei regolamenti e relativi piani e programmi dovrebbero essere fin da subito attivate, sulla scorta dei margini interpretativi delle indicazioni ad oggi vigenti sulla materia. A titolo esemplificativo - non esaustivo - si riportano alcune riflessioni in merito:

- DLGS 152/2006 (T.U. Ambiente)

art. 4: laddove le finalità sono descritte nel recepimento delle direttive europee, si potrebbe procedere sistematicamente con l'aggiornamento alle direttive successive, o valutando i riferimenti del Libro Bianco (EC 2009) e delle Linee Guida Europee in materia di VIA e VAS (EC 2013).

art.6: l'oggetto della disciplina affronta il tema ambientale esclusivamente in termini di causa - effetto, escludendo di fatto con il comma 4 ogni riferimento a situazioni di emergenza o relative alla Protezione Civile e quindi una relazione collaborativa tra la pianificazione e la vulnerabilità dell'infrastruttura.

Parte terza: all'interno delle norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche potrebbero essere intese/inserite i necessari adeguamenti di legge per inserire l'adattamento nella disciplina, attribuendone anche specifiche competenze (tra cui il monitoraggio e diffusione della conoscenza) all'interno dei ruoli già previsti.

L'allegato 11 dello stesso decreto alla parte terza propone eventuali ulteriori misure supplementari da inserire nei programmi di monitoraggio. Valutare eventuali misure specifiche, che possano rientrare all'interno del monitoraggio ambientale, ma utili ai fini dello studio degli impatti e delle misure per l'adattamento.

Inoltre i criteri di assoggettabilità, espressi negli allegati alla parte seconda, potrebbero, almeno per le voci di competenza (gestione delle acque, rischio idrogeologico, etc.) considerare la localizzazione del progetto secondo le macroregioni climatiche.

- DLGS 50/2016 (Codice degli appalti)

All'interno del nuovo codice degli appalti rientrano progetti e concessioni del settore trasporti.

ART. 23 comma 1: i punti a) - il soddisfacimento dei fabbisogni della collettività - ed f) -... la valutazione del ciclo di vita e della manutenibilità delle opere - costituiscono indirettamente obiettivi di "resilienza". Infatti, per soddisfare il fabbisogno di mobilità della collettività, il sistema di trasporto dovrebbe garantire la funzionalità e il ciclo di vita e la manutenzione rappresentano elementi sostanziali all'interno della riflessione (anche di lungo periodo) degli scenari climatici.

ART. 26: Anche la verifica preventiva della progettazione cita come presupposti la durabilità nel tempo e la manutenibilità delle opere.

ART. 96: i costi del ciclo di vita devono comprendere obbligatoriamente i costi di manutenzione, ancorché tra le esternalità siano citati esclusivamente i costi di mitigazione. La corretta interpretazione del costo del ciclo di vita potrebbe intuitivamente considerare anche gli aspetti di adattamento e quindi introdurre in modo strutturato e automatico questo aspetto progettuale all'interno della norma di riferimento.

ART. 200 e succ. (Parte quinta): conferma il ruolo del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti nella definizione della programmazione e pianificazione degli interventi attraverso il Documento pluriennale di pianificazione (DPP) e del Piano generale dei trasporti e della Logistica (PGTL).

- DM 24 /12/2015 (Criteri Ambientali Minimi - CAM -per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici e per gestione dei cantieri della pubblica amministrazione).

Il principio dei CAM potrebbe essere esteso alle infrastrutture di trasporto, attraverso una opportuna e specifica formulazione di criteri. All'interno del DM 24/12/2015 (relativo agli edifici pubblici) nel capitolo "viabilità" (2.2.5.1) vengono proposte alcune azioni di tipo *green/grey* e nel capitolo 2.2.5.2 (raccolta, depurazione, riuso delle acque meteoriche). Il principio di "buona progettazione e costruzione" dovrebbe essere messo a sistema nelle pratiche di adattamento, in particolare laddove si sia in presenza di vulnerabilità specifiche associate all'aumento della piovosità e di eventi piovosi estremi.

Incentivare l'ottimizzazione e l'organizzazione integrata in coordinamento con la Protezione Civile, la gestione delle emergenze e il monitoraggio (TR006)

Preso atto del ritardo e dell'inerzia del settore Trasporti la scelta di attivare processi di adattamento a partire dalla gestione delle emergenze offre i seguenti benefici:

- attivare, promuovere e diffondere la consapevolezza dei cambiamenti climatici e i rischi derivanti a partire da chi ne è direttamente coinvolto;
- il settore della protezione civile, per sua natura, rappresenta una realtà dinamica e particolarmente innovativa, che meglio e più facilmente di altre ha risorse e competenze per affrontare nuove sfide;
- è diffusa sul territorio e pur all'interno di una gestione nazionale, opera con competenza sulle specificità dei diversi luoghi, ha conoscenza del territorio dove risiede;
- è già oggi coinvolta preventivamente nelle verifiche di sicurezza di opere d'arte infrastrutturale di particolare rilevanza.

Questo approccio non deve essere inteso come una "delega" del tema al settore della Protezione Civile, che opera nell'emergenza. L'aspetto *win-win* della misura consiste nel dare alle istituzioni che si occupano di emergenza informazioni preventive sempre più precise e riavvicinare le istituzioni che si occupano di programmazione, pianificazione e progettazione alla brutale realtà delle vulnerabilità e degli impatti che possono interessare il settore.

Più di un tentativo di portali di gestione di dati (regionali) ha tentato di unificare informazioni sull'incidentalità stradale, tipologia strada e condizioni climatiche, con esiti quasi nulli. È necessario ripartire dall'analisi delle cause del fallimento di queste sperimentazioni per procedere utilmente verso un accrescimento della competenza specifica sulla vulnerabilità, i possibili impatti e gli effetti di azioni di adattamento attraverso un attento monitoraggio.

INFRASTRUTTURA CRITICA - INDUSTRIE E INFRASTRUTTURE PERICOLOSE

In Italia, allo stato attuale, non esiste ancora un riferimento univoco, specifico e completo che consenta di valutare gli effetti dei cambiamenti climatici sulle infrastrutture e sulle attività industriali pericolose.

La criticità dello stato conoscitivo si caratterizza per la carenza di studi di dettaglio degli scenari di impatto sul territorio, per la conseguente difficoltà di analisi di rischio per il sistema infrastrutturale e industriale, nonché per l'assenza di un sistema che possa raccogliere in maniera organica e sistematizzare le informazioni sulle problematiche, sulle buone pratiche, sulle opzioni disponibili a livello locale e nazionale e sui relativi costi.

I gestori delle infrastrutture e degli impianti industriali pericolosi devono essere consapevoli che i cambiamenti climatici possono costituire un rischio per la loro attività.

Le imprese industriali devono includere le proiezioni di cambiamenti climatici nel *risk management* e nel ciclo degli investimenti.

Tale consapevolezza deve essere ovviamente acquisita anche dagli altri stakeholder a vario titolo coinvolti (decisori politici, amministratori, Autorità di controllo e preposte agli interventi di emergenza, popolazione interessata, etc.).

La potenzialità di un pericolo di trasformarsi in un disastro dipende principalmente da quanto la comunità è esposta ad esso; azioni e misure di adattamento, se ben implementate, possono ridurre l'impatto sulla salute e l'ambiente e quello economico di un evento NaTech.

In questo settore, adattamento significa prendere misure tempestive per adattarsi alle probabilità e alle intensità modificate degli eventi meteorologici estremi, che interesseranno aree significative del territorio nazionale, e prepararsi a limitare e a gestire i potenziali danni risultanti dai loro effetti sulle industrie e le infrastrutture pericolose in esse localizzate.

Le strategie di adattamento dovrebbero quindi essere rivolte a:

- *aumentare la consapevolezza dei rischi e delle vulnerabilità associate ai cambiamenti climatici*. per le infrastrutture e le attività pericolose esistenti, l'adattamento all'incremento del rischio di inondazione o frane deve partire dall'identificazione delle aree vulnerabili (a rischio di inondazioni, fulminazioni o frana) presenti sul territorio nazionale, come previsto dalle norme vigenti (es. d.lgs. 49/2010 di attuazione della direttiva europea 2007/60/ce). nelle aree più vulnerabili dovranno essere prioritariamente messe in atto specifiche azioni di monitoraggio e verifica e adottate specifiche azioni impiantistiche e gestionali di adattamento e di difesa, secondo criteri e indicazioni forniti dalle autorità competenti, ad integrazione di quelli esistenti;
- *aumentare la condivisione di competenze tecnico-scientifiche e delle informazioni disponibili*, attraverso la costituzione, a livello nazionale, di un comitato scientifico (o l'integrazione del mandato di strutture esistenti), che elabori una mappa dei rischi per le infrastrutture e le industrie pericolose associati ad eventi natech riconducibili ai cambiamenti climatici;
- *formare ed educare alla gestione dei rischi natech* i responsabili e gli addetti alla pianificazione territoriale e urbanistica e nella localizzazione delle attività pericolose. è necessario che, nel caso di nuove installazioni industriali e infrastrutture a lunga vita media, si tenga conto dei cambiamenti climatici a partire dalle fasi iniziali del progetto, attraverso l'utilizzo di opportuni criteri di progettazione e l'adozione di azioni tecniche e gestionali specifiche, per le quali gli studi e le valutazioni ex-ante dovrebbero prendere obbligatoriamente in considerazione, come già avviene in

altri paesi europei, i mutamenti nelle condizioni climatiche di riferimento che potranno verificarsi nel periodo corrispondente alla vita media dell'opera ed essere aggiornati periodicamente per tenere conto dell'evoluzione dei fenomeni riconducibili ai cambiamenti climatici. È importante anche impartire una formazione specifica per la pianificazione e la gestione delle emergenze natech nelle aree vulnerabili, fornendo informazioni, criteri e indirizzi operativi specifici;

- *prevenire e gestire l'emergenza* con l'adozione di sistemi di allerta (*early warning*) in aree con presenza di attività e infrastrutture pericolose.

In questo contesto, la maggior parte delle azioni proposte ricade tra le azioni *soft* (11 su 14 totali), tutte implementabili entro il 2020, mentre solo 2 sono azioni di tipo infrastrutturale (*grey*) e 1 di tipo ecosistemico (*green*).

INFRASTRUTTURA CRITICA - PATRIMONIO CULTURALE

Le azioni di prevenzione e di adattamento ai cambiamenti climatici sintetizzate nel presente capitolo si basano sulle Linee Guida sviluppate nell'ambito del Progetto Noah's Ark (Sabbioni et al. 2010) e sulle misure adottate dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Data la natura del patrimonio culturale e la sua accessibilità, le azioni di adattamento finalizzate alla protezione dei beni mobili e immobili negli ambienti interni ed esterni dovranno trovare stretta connessione con le azioni adottate ai fini della gestione del turismo, trattate nel capitolo Turismo.

Materiali lapidei

Le interazioni tra ambiente e materiali lapidei e l'influenza dei cambiamenti climatici sui meccanismi e le cinetiche di queste reazioni sono responsabili di trasformazioni in parte note e in parte valutate attraverso l'applicazione di modelli di comportamento. Tali trasformazioni portano a modifiche morfologiche e composizionali dei supporti lapidei, che richiedono interventi di pulitura (azione diretta) e interventi di contenimento delle interazioni stesse (azione indiretta), allo scopo di prevenire e rallentare ulteriori modifiche. Uno dei problemi che si incontra di frequente nelle operazioni di pulitura riguarda la scelta delle tecniche e dei prodotti da impiegare, soprattutto nei casi in cui restauri precedenti abbiano indotto danni irreversibili a carico della patina nobile o addirittura del materiale litoide. Il danneggiamento può essere conseguenza di una diagnosi insufficiente, da metodi di intervento sbagliati o dalla mancanza di esperienza e capacità degli operatori.

Dal punto di vista della conservazione, per pulitura deve intendersi la **rimozione** di tutto ciò che risulta dannoso per il materiale lapideo: sali solubili, incrostazioni scarsamente solubili o insolubili, stratificazione di materiali vari applicati intenzionalmente e non idonei o non più funzionali, vegetazione infestante, deiezione animale, etc., e a questo deve limitarsi, rispettando le policromie e lo strato più superficiale del materiale lapideo.

Le tecniche di pulitura, considerata l'irreversibilità di tale operazione, devono essere scelte e valutate con grande accuratezza. Nella scelta dei metodi di pulitura è necessario tenere presente che le sostanze o i metodi da utilizzare devono essere efficienti per la rimozione di tutte le sostanze pericolose; non devono causare un pericolo diretto o indiretto per il monumento; devono permettere di conservare il più possibile la patina nobile; non devono generare prodotti secondari come sali solubili, che restando imprigionati nella pietra possono compromettere la conservazione futura; devono dare come risultato finale una superficie lapidea pulita, omogenea e regolare, esente da microfratture, abrasioni e buchi che potrebbero generare un nuovo e più rapido processo di degrado. La scelta di strategie di pulitura e di interventi conservativi che prevedono impiego di trattamenti superficiali deve tenere conto dell'impatto che i cambiamenti climatici possono avere sui materiali lapidei, come descritto e discusso nell'allegato "Impatti e vulnerabilità settoriali". In particolare per quanto riguarda l'annerimento e la formazione di strati di degrado su monumenti ed edifici storici localizzati nei centri urbani, va tenuto in considerazione

il fatto che gli effetti negativi del traffico veicolare, principale causa di inquinamento nella maggior parte delle città e conseguentemente di degrado dei beni culturali, sono previsti aumentare in futuro.

Ciò potrebbe implicare un cambiamento della composizione chimico-fisica degli strati di degrado (composizione prevalentemente organica con maggiore aderenza alla superficie), la cui pulitura dovrà essere affrontata con tecniche e metodi diversi da quelli utilizzati fino ad ora. Inoltre in seguito all'aumento della temperatura e delle emissioni da sorgenti veicolari, con particolare riferimento alla componente carboniosa, l'atmosfera nei centri urbani potrebbe diventare più favorevole alla crescita di organismi biologici, quali muschi e licheni, sulle superfici architettoniche.

Essendo emerso come l'acqua, in tutte le sue forme, sia il principale fattore di danno oggi così come in futuro, anche in seguito ai cambiamenti climatici, interventi protettivi superficiali idrorepellenti e di consolidamento continueranno a costituire una efficace strategia di prevenzione. La scelta dei prodotti da applicare dovrà essere fatta secondo dei criteri innovativi, che diano ampio spazio a soluzioni ecosostenibili, in linea con le nuove normative europee e con i principi di "sostenibilità" nell'ambito del restauro. Si dovranno definire nuovi parametri di valutazione dell'efficacia della protezione e del consolidamento, introducendo il tema della "ritrattabilità" delle superfici e della compatibilità, intesa come criterio che non consideri solo l'interazione prodotto-supporto, ma il sistema complesso ambiente-prodotto-supporto. Maggiore attenzione dovrà essere posta alla salute degli operatori e agli effetti che sistemi di protezione e consolidamento considerati attualmente a basso impatto potranno avere invece in futuro, soprattutto in relazione all'intensificarsi dei fenomeni di dilavamento e quindi di trasferimento dei prodotti nell'ambiente.

Legno

Le azioni di adattamento proposte da pianificare per le strutture e gli oggetti in legno sono le seguenti (Sabbioni et al. 2010):

- stabilizzare l'umidità relativa costituisce un elemento essenziale della conservazione preventiva, poiché lo stress indotto dalle variazioni di questo parametro costituisce un importante fattore che contribuisce al degrado dei manufatti in legno. a causa dell'aumento della variabilità del clima in futuro, le misure preventive diventeranno ancora più importanti
- il degrado del legno indotto dalla crescita di funghi si verifica in condizioni di alti valori di umidità relativa e aumento della temperatura. sebbene saranno soprattutto le regioni dell'europa settentrionale e orientale a richiedere particolare attenzione alla protezione delle strutture in legno, in Italia nelle aree montane alpine e appenniniche si dovranno prevedere azioni di prevenzione in questa direzione.
- seppure i manufatti lignei in ambito museale presentino condizioni ambientali meno critiche, tuttavia, soprattutto per quanto concerne gli ambienti destinati a deposito, sarà opportuno intensificare e, laddove non è presente, attivare controlli sistematici delle condizioni termoigrometriche per evitare situazioni di rischio dovute al determinarsi di condizioni di valori termici e di umidità relativa troppo elevati. difatti è frequente che i danni da attacchi fungini e microrganismi in genere si verifichino proprio in ambienti di deposito.

Metalli

Per quanto riguarda le azioni da proporre per i manufatti dei beni culturali, sono da tenere in considerazione i seguenti punti:

- la conservazione preventiva è una delle più importanti azioni che deve essere presa in considerazione, attraverso la riduzione dell'esposizione dei beni culturali agli inquinanti antropici (quali SO_2 , NO_2 , HNO_3 , O_3 , $VOC's$) e aerosol marino;

- una riduzione dell'esposizione a questi fattori può essere ottenuta attraverso azioni di mitigazione, quali una riduzione delle emissioni (inquinanti di origine antropica), e/o mediante la delocalizzazione dei manufatti, laddove possibile (opere mobili).
- le emissioni locali, in particolare da trasporti e riscaldamento domestico, sono influenzate dai decisori locali, ma è necessario un controllo a livello regionale e globale e una condivisione delle politiche d'intervento.

La diffusione delle conoscenze può e deve comportare un diverso atteggiamento nei confronti del patrimonio culturale, risorsa non rinnovabile. I dati indicano la necessità di una pianificazione degli interventi di prevenzione del danno, una maggiore attenzione e definizione del monitoraggio dello stato di conservazione dei diversi manufatti, una valutazione a priori delle scelte relative alla localizzazione di nuove istituzioni culturali, quali musei e collezioni, la messa a punto di strategie di protezione passiva dei manufatti, anche attraverso protezioni strutturali.

Edifici storici

Per prepararsi ad affrontare i possibili cambiamenti del clima vi sono strategie di base di gestione e restauro del patrimonio costruito.

L'acqua in tutte le sue forme è considerato l'agente più dannoso per i materiali da costruzione e le strutture e la rimozione dell'acqua deve essere rapida ed efficace. I sistemi di drenaggio delle acque devono essere opportunamente riprogettati (i.e. prese di acqua e grondaie), così come i sistemi di raccolta e smaltimento delle acque stesse.

Le superfici e le strutture storiche possono essere protette contro l'eccessivo irraggiamento solare mediante diversi sistemi protettivi, filtri e rivestimenti. Negli interni e negli ambienti semi-confinati possono essere installate tende e cortine.

Durante gli interventi di restauro si presenta un problema etico se un particolare architettonico possa essere migliorato al fine di salvaguardare la stabilità strutturale dell'intero edificio. Durante i lavori di restauro un cornicione difettoso è solitamente restaurato con i suoi errori originali. Cambiare questo approccio è giustificato a migliorare la durabilità di una struttura o di un elemento, anziché semplicemente riprodurre l'originale? Questo potrebbe diventare necessario al fine di migliorare la stabilità di strutture vulnerabili ai cambiamenti climatici, in riferimento in particolare all'intensità dei fenomeni meteorici.

Il patrimonio architettonico, urbano e paesaggistico, così come i singoli manufatti, è il risultato di una identificazione associata ai diversi momenti storici e ai vari contesti socio-culturali. La conservazione può essere attuata attraverso differenti modalità di intervento come il controllo ambientale, la manutenzione, la riparazione, il restauro, il rinnovamento e la ristrutturazione. Ogni intervento implica decisioni, selezioni e responsabilità in relazione al patrimonio nella sua totalità, anche per quelle parti che attualmente non hanno un particolare significato, ma che potrebbero assumere in futuro.

La programmazione e l'esecuzione di cicli regolari di manutenzione e di controllo dello stato di conservazione di un monumento architettonico è garanzia che la prevenzione sia appropriata all'opera per quanto riguarda il carattere degli interventi e la loro frequenza.

Ove l'entità degli interventi lo richieda, può essere buona pratica di prevenzione l'istituzione di «cantieri permanenti» con l'effetto di perfezionare le maestranze, consentire il loro ricambio fisiologico, formare squadre di veri «conoscitori» delle più riposte caratteristiche della fabbrica e del suo comportamento nel volgere del tempo. Tale procedura consentirà altresì risparmi finanziari notevoli ed eviterà, per quanto possibile, sgradevoli o devianti interventi innovativi o di ripristino. La manutenzione e la riparazione sono una parte fondamentale del processo di conservazione del patrimonio e di prevenzione del danno.

Queste operazioni devono essere organizzate tramite la ricerca sistematica, il controllo e il monitoraggio dello stato di conservazione dei materiali e delle strutture e la messa a punto di sistemi di prevenzione-manutenzione idonei alle condizioni dell'edificio e all'ambiente circostante.

La ricostruzione di intere parti "in stile" dovrebbe essere evitata. Le ricostruzioni di parti limitate aventi un'importanza architettonica possono essere accettate a condizione che siano basate su una precisa e indiscutibile documentazione. Se necessario per un corretto utilizzo dell'edificio, il completamento di parti più estese con rilevanza spaziale o funzionale dovrà essere realizzato con un linguaggio conforme all'architettura contemporanea.

Manufatti gravemente deteriorati o particolarmente esposti all'impatto dei cambiamenti climatici possono essere protetti sostituendo l'originale con una replica. Tale metodo può essere costoso se applicato su larga scala, ma salvaguarda l'originale che può essere posto in un ambiente adatto per la sua sostenibilità a lungo termine. Il ricovero di sculture in interni non è ancora abituale. Il tema, infatti, è molto delicato e prevede una fase di studio e monitoraggio approfondito a sostegno della scelta della sostituzione. Rimane comunque aperto il tema di come salvare le paraste, le cornici, il sistema di partizioni delle facciate.

In Italia è prevalsa invece l'idea del consolidamento e della salvaguardia in loco, almeno fino a quando è possibile.

Che capacità ha il patrimonio costruito di adattarsi ai cambiamenti climatici?

Per massimizzare la capacità di adattamento degli edifici saranno necessari cambiamenti sia gestionali che strutturali.

Riassumendo i cambiamenti di tipo gestionale includono:

- effettuare piccole riparazioni più regolarmente, piuttosto che grandi interventi infrequenti.
- decidere se accettare la perdita di specifici beni culturali e gestirne la scomparsa registrandone la perdita imminente.
- decidere se delocalizzare beni culturali lontano da siti minacciati dai cambiamenti climatici.
- definire pianificazioni a lungo termine per la gestione dei siti a rischio.
- modificare le strategie di gestione in favore di ispezioni, più rigorosi e frequenti interventi di manutenzione e monitoraggio delle strutture.

Ma, non appena risulti evidente che miglioramenti nella gestione non forniscono da soli una protezione adeguata contro i cambiamenti climatici, saranno necessari adattamenti strutturali che rischiano di introdurre cambiamenti visibili, quali, ad esempio, aumentare le dimensioni e il numero delle grondaie, tramogge e tubature per fronteggiare dove fosse previsto un aumento delle precipitazioni intense.

Poiché i cambiamenti strutturali al patrimonio culturale possono creare, oggi più che in passato, forti contrasti di opinione su questioni di autenticità e integrità storica, è utile definire alcuni principi guida per l'adattamento:

- riconoscere che un gran numero di edifici storici e strutture sono sopravvissuti in climi molto diversi e che quindi soluzioni adottate altrove possono diventare rilevanti per noi;
- dare valore a ciò che è naturalmente evoluto nel tempo e quindi non tentare di invertire il processo;
- essere selettivi nella scelta dei beni da adattare, trovando un equilibrio fra vulnerabilità e significato dei beni stessi;
- riconoscere che non tutto il patrimonio culturale che abbiamo ereditato può essere salvato inalterato, ma basare ogni decisione su una ragionevole evidenza;
- accettare che parti di strutture, specialmente quegli elementi a contatto con il terreno, possono essere sempre stati umidi o bagnati.

Ambienti museali

L'ISCR lavora, fin dagli anni '80 del secolo scorso, sia sul fronte della ricerca scientifica sia su quello delle modalità operative da adottare per il restauro, sul tema degli effetti nocivi dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici sul patrimonio storico-artistico; un tema che, in seguito alla percezione della gravità dello stato di conservazione in cui versavano molti monumenti delle città italiane, assunse progressivamente carattere di emergenza, coinvolse diverse istituzioni e centri di ricerca e dette luogo alla progettazione di campagne di restauro importanti, come quella che riguardò i principali monumenti archeologici romani. Lo studio venne successivamente diretto, oltre che al controllo degli ambienti museali (Pinacoteca di Brera, galleria Doria Panphilj, etc.), anche alle problematiche relative alla conservazione e fruizione di opere immobili già allora visitate dal grande pubblico. Vennero quindi affrontate le problematiche relative alla salvaguardia di grandi capolavori, quali ad esempio, l'Ultima Cena di Leonardo da Vinci a Milano, il ciclo pittorico giottesco con Le storie della Vergine e di Cristo a Padova, la conservazione dei dipinti murali degli ambienti ipogei della Basilica Inferiore di San Clemente in Roma, le problematiche relative infine alla fruizione di ambienti della Domus Aurea, non ancora visitabili proprio per problemi connessi alle caratteristiche ambientali. Si è dunque trattato di affrontare il problema conservativo/ambientale di patrimonio immobile che richiedeva un intervento di musealizzazione. In questi casi, infatti, l'ambiente e l'opera rappresentano un unico sistema; per questi manufatti l'obiettivo è quello di conciliare la necessità di rendere l'opera visitabile e fruibile con la messa a punto di condizioni di conservazione idonee.

Le strategie di adattamento individuate per il raggiungimento dell'obiettivo sopra descritto vanno da sistemi di controllo attivo della qualità dell'aria realizzati con interventi impiantistici di grande portata e che richiedono un elevato impegno economico sia per la realizzazione che ancor più per la loro manutenzione (Refettorio di Santa Maria delle Grazie a Milano, Cappella degli Scrovegni a Padova, etc.), a sistemi passivi che prevedono senza dubbio costi inferiori, e che consentono l'integrazione con sistemi attivi, limitatamente a particolari zone, qualora sussistano ulteriori elementi di criticità per la conservazione degli oggetti. In entrambi i casi tali strategie devono essere attuate sulla base di un'analisi puntuale delle diverse condizioni microclimatiche-ambientali delle differenti aree del "contenitore" (museo, ipogeo, edificio, etc.). Tuttavia, la possibilità di modificare le condizioni ambientali deve essere attentamente valutata in relazione allo stato di conservazione dei manufatti, all'area geografica in cui il "contenitore" si trova e alle reali possibilità di assicurare la costanza dei valori individuati per i diversi parametri chimici, fisici e biologici, per i quali esistono tabelle di riferimento all'interno dell'Atto di Indirizzo, che prevede tra l'altro limiti più restrittivi rispetto all'attuale legislazione europea.

Le strategie di adattamento per i materiali esposti in ambiente museale o musealizzato possono essere supportate dai dati raccolti a livello territoriale anche mediante l'applicazione del modello Carta del Rischio che considera i beni del patrimonio culturale nel loro specifico contesto territoriale di appartenenza, anche in relazione alla dinamica temporale dei processi di degrado. Infatti, la conoscenza del rischio locale può e deve essere perseguita anche attraverso un approccio basato sulla misura diretta degli effetti prodotti sulle opere dal processo di degrado, in relazione anche alle particolari condizioni ambientali locali e all'interazione di inquinanti sui materiali costituenti le opere d'arte (O₃, VOC's, etc.) Parallelamente, la messa a punto di modelli matematici per lo studio dei meccanismi dinamici di danno dei diversi materiali costitutivi delle opere d'arte - che richiede una fase di calibrazione da effettuarsi mediante sperimentazioni su campo - rappresenta un ulteriore strumento per l'individuazione di strategie di protezione e prevenzione dagli effetti dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento ambientale.

L'attivazione di queste ricerche interdisciplinari dovrebbe essere indirizzata a differenti materiali, in condizioni ambientali diverse e monitorate, con e senza impiego di prodotti per il trattamento di superfici. Rispetto ai modelli esistenti, realizzati su base statistica e dati storici, la messa a punto di

questi nuovi modelli consente di utilizzarli come strumento di previsione per la pianificazione di strategie di conservazione, basate su risultati quantitativi ottenuti dalle simulazioni effettuate.

Va infine ricordato che l'aumento delle temperature estive ha un impatto negativo anche per le istituzioni museali che, sia per la conservazione dei manufatti che per il benessere dei visitatori e degli operatori, si trovano a dover fronteggiare costi sempre più elevati per la gestione dei sistemi di climatizzazione ambientale delle sale e dei depositi. Attenzione particolare deve essere posta alle collezioni e alle esposizioni in dimore storiche, dove il controllo ambientale richiederebbe l'installazione di impianti non adeguati alle caratteristiche costruttive degli edifici. In questi casi si rende necessario valutare quali materiali siano in grado di sopportare variazioni microclimatiche significative senza subire particolari danni, quali invece necessitino di una diversa collocazione, progettando quindi a priori le attività espositive.

Nell'analisi delle condizioni di esposizione dei manufatti risulta inoltre necessario uno studio sistematico delle strutture espositive (vetrine, vetrine storiche, teche, clima frame, etc.), e la valutazione della loro efficienza in termini di protezione dei manufatti. Le vetrine espositive in ambiente museale servono a proteggere l'opera; il loro impiego è in genere dettato da esigenze conservative e consente di porre una barriera tra il manufatto e un ambiente non idoneo - che non vuol dire malsano in senso assoluto, ma solo non corrispondente alle necessità conservative specifiche di quel particolare tipo di manufatto - oppure serve a proteggere l'opera da pericoli da uso, quali fruizione intensiva, atti vandalici, afflusso eccezionale di visitatori, etc. Da quanto detto, emerge che la decisione di inserire il manufatto in vetrina non è un'operazione definitiva, ma può essere circoscritta anche solo ad un periodo più o meno prolungato, ad esempio legato ad un evento particolare, come una mostra. Tuttavia, anche se l'intervento non ha carattere definitivo, un corretto approccio metodologico per decidere se un oggetto di interesse storico-artistico debba essere esposto in vetrina dovrebbe sempre prevedere l'analisi di molti aspetti. Per prima cosa deve essere condotta una verifica in merito all'effettiva opportunità circa l'impiego della vetrina, sulla base di un dettagliato studio ambientale del contesto espositivo e dell'esterno, dei materiali costitutivi del manufatto e del suo stato di conservazione.

Per sviluppare strategie di adattamento inerenti l'impiego di vetrine espositive, risulta necessario effettuare studi mirati sui diversi sistemi attivi e passivi o combinati che possono essere impiegati per la stabilizzazione delle condizioni microclimatiche e di qualità dell'aria della vetrina. L'uso di vetrine, o contenitori in genere, rappresenta una modalità alternativa o di supporto all'impiego di sistemi di trattamento aria che presentano generalmente costi elevati e difficoltà di installazione in contesti museali che spesso si trovano in edifici storici che rappresentano essi stessi un bene culturale. Si può così far fronte a situazioni di difficile controllo microclimatico, con particolare riguardo ai valori dell'umidità relativa che, soprattutto in ambito museale, rappresentano il fattore di maggiore criticità.

Paesaggio, valutazione dei rischi e strategie di base per la prevenzione del rischio naturale

La Convenzione Europea del Paesaggio (CEP), tenutasi nell'ottobre del 2000 a Firenze, definisce il paesaggio come "una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni". Fra questi appaiono qui di prioritario interesse quelli definiti come "Paesaggi Culturali" (PC), con riferimento ad un termine adottato formalmente nel 1995 dall'UNESCO (von Droste et al. 1995) (Jones 2003) per individuare quei territori che "illustrano l'evoluzione della società e degli insediamenti umani nel corso dei secoli, sotto l'influsso di sollecitazioni e/o di vantaggi originati nel loro ambiente naturale e delle forze sociali, economiche e culturali successive, interne ed esterne".

Per quanto concerne la normativa italiana, va evidenziato che il D.lgs. n. 42 del 2004, recante il Codice dei beni culturali e del paesaggio (cd. Codice Urbani), pur in parte ricalcando la precedente legge

1497/1939², all'art.131 propone un concetto di paesaggio sostanzialmente in linea con la definizione contenuta nella Convenzione europea del Paesaggio, evidenziandone la derivazione dalle relazioni complesse e secolari fra dato naturale e azione umana: "per paesaggio si intende il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni".

La vulnerabilità di un paesaggio deriva sia da fattori legati alla cultura e all'economia di un luogo, sia a fattori legati a rischi naturali, connessi alla realtà fisica del suo ambiente. Fra questi assumono un ruolo rilevante sia le caratteristiche geomorfologiche ed edafiche che lo caratterizzano, sia i fattori climatici del contesto territoriale. Questi, per loro natura, sono soggetti a cambiamenti tanto su scala ciclica che evolutiva, oggi di particolare rilievo per i cambiamenti climatici in atto (Adger, 2003). La rapida urbanizzazione che si sta verificando nelle zone pianeggianti e costiere sia nei Paesi industrializzati che in quelli meno sviluppati, sta rendendo particolarmente critica la situazione delle aree costiere, particolarmente esposte ai rischi di erosione, e talvolta perfino di sommersione, e ai fenomeni di turbolenze tropicali. In parallelo, l'abbandono che si sta realizzando nelle aree montane rappresenta un fattore di minaccia per la conservazione dei paesaggi, anche classificabili come PC, legati al pascolo o all'agricoltura tradizionale. In parallelo, per quanto riguarda i rischi naturali, il surriscaldamento termico sta creando ben noti problemi di trasformazione del paesaggio con lo spostamento in quota dei limiti altitudinali delle fasce di vegetazione; inoltre la vulnerabilità dei paesaggi dell'area mediterranea, per sua natura più calda e arida, è fra le più critiche per i processi di desertificazione in atto (Adger et al. 2009) (Vos and Meekes 1999) (Caneva 2010).

Le differenze di morfologia del paesaggio e di struttura socio-economica tra i diversi Paesaggi Culturali sono notevoli, ma oltre alla minaccia che deriva dal progressivo degrado delle aree coltivate per effetto del declino della redditività delle produzioni locali, esistono rischi collegati ai fattori ambientali, che possono essere più o meno incidenti. Gli elementi più critici individuati a livello qualitativo come minaccia sono: i) rischi naturali, che includono i cambiamenti climatici; rischi antropici (socio-economici), fra i quali globalizzazione, urbanizzazione, perdita di identità, conflitti. Una valutazione quantitativa di tali rischi è però un elemento più complesso, in quanto le conoscenze sull'esatta incidenza dei diversi fattori richiede lo sviluppo di tecnologie complesse e presenta elementi differenziali nei diversi contesti. Ai fini delle possibili strategie di adattamento va considerato che i paesaggi culturali definiti "evolutivi viventi", cioè quei "paesaggi che conservano un ruolo attivo nella società contemporanea, strettamente associato ai modi di vita tradizionali e nel quale il processo evolutivo continua", sono soggetti alle leggi ecologiche che governano gli ecosistemi. Queste mostrano come sia possibile, ma solo entro certi limiti, un adattamento alle mutate condizioni ambientali; in particolare la possibilità di adattamento dipende dall'incidenza dei fattori di stress e dal tipo di consorzio che è soggetto al variare delle condizioni. Inoltre la sopravvivenza e la gestione dei paesaggi culturali non possono prescindere né dall'analisi dei processi socio-economico-culturali che li hanno generati ma, soprattutto, dall'analisi delle caratteristiche attuali di tali processi, nonché delle tendenze in atto (Farina 2000; Adger 2009; Brace and Geoghegan 2011).

Il già richiamato quadro normativo configurato dal D.lgs. 42/2004 attribuisce ai piani paesaggistici – sovraordinati peraltro agli strumenti urbanistici e agli altri piani di settore – tra gli altri compiti quello di provvedere all' "analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio ai fini dell'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio".

La pianificazione paesaggistica è deputata per sua natura ad essere luogo di sintesi e coordinamento delle varie politiche che intervengono sul territorio. In questo contesto i Piani Paesaggistici Regionali (PPR) potrebbero diventare, ad esempio, un fondamentale strumento di integrazione intersettoriale e di territorializzazione delle politiche di adattamento. I PPR, ponendosi come cogente riferimento per la

² Le categorie di beni individuate dalla legge del 1939 sono riportate, con alcune integrazioni e rettifiche, all'art.136: le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali; le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza; i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri e i nuclei storici; le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze. All'art.142 figurano invece le "aree tutelate per legge" così come a suo tempo individuate dalla legge 431/1985, c.d. "Galasso".

pianificazione di livello sub-regionale, assicurerebbero un recepimento delle azioni a livello locale. In essi possono trovare spazio le analisi dei processi ecologici che regolano gli ecosistemi e quelle delle loro dinamiche di trasformazione, ineluttabilmente legate a particolari momenti storici, all'economia e alle trasformazioni sociali che avvengono all'interno delle comunità locali, oltre che le previsioni operative derivanti dalle problematiche delle variazioni climatiche. Adottare idonee politiche di conservazione è possibile se si comprende la loro valenza storica, estetica ed ecologica e si adottano azioni atte a:

- valorizzare il loro significato culturale all'interno delle politiche di sviluppo;
- coordinare le azioni che possono avere incidenza sui paesaggi;
- effettuare interventi di restauro e ripristino nei casi in cui l'incidenza umana recente li abbia compromessi, e di controllo per quantificare l'impatto delle attività di diversa natura che insistono sui beni culturali.

Per le istituzioni pubbliche e private preposte alla gestione del patrimonio culturale il modo più efficace per rispondere all'impatto dei cambiamenti climatici è dunque integrare le necessarie azioni nei piani di gestione esistenti o in corso di definizione. Questo può essere realizzato sia aggiungendo sezioni specifiche riferite all'adattamento ai cambiamenti climatici o inserendo appropriate misure in sezioni già esistenti attraverso una revisione delle direttive e dei piani di gestione già adottati. A tal fine la "Carta del Rischio", un sistema informativo territoriale (SIT) di banche dati alfanumeriche e cartografiche, in grado di esplorare, sovrapporre ed elaborare informazioni intorno ai potenziali fattori di rischio che investono il patrimonio culturale, realizzato dall'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, potrà essere un importante supporto scientifico per la definizione dei rischi legati ai cambiamenti climatici. Il SIT consta, infatti, di carte tematiche con la georeferenziazione di circa 150.000 beni sul territorio italiano; la conoscenza della loro distribuzione e della loro tipologia (beni archeologici, architettonici, etc.), unitamente alla possibilità di sovrapposizione di tali beni su mappe tematiche con diverse tipologie di rischio (statico strutturale, antropico, ambientale) attraverso un processo di sovrapposizione computerizzata, consentirà di meglio focalizzare le ricerche sugli effetti dei cambi climatici e sui rischi che questi determinano. La definizione del rischio legato ai fattori climatici, sia mediante dati storici, che modificati secondo parametri legati ai cambiamenti climatici, risulta di fondamentale importanza quale nuovo parametro da inserire nel calcolo del rischio al quale è soggetto il bene culturale, in relazione alla natura dei materiali che lo compongono. Nonostante gli studi sull'impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale siano appena agli inizi, è necessario che chi gestisce i beni culturali agisca ora in risposta ai cambiamenti che si potranno verificare anche a breve termine, correlando il contesto ambientale con quello economico e sociale che coinvolgono il patrimonio stesso.

Possono essere indicate le e seguenti azioni generali necessarie per produrre adeguati piani d'intervento per la conservazione del patrimonio culturale a fronte dei cambiamenti climatici in atto:

- diffusione delle conoscenze esistenti;
- monitoraggio continuo, anche attraverso sistemi di *earth observation* con analisi multi-temporali e multi-scala, incluse le tecnologie satellitari;
- manutenzione ordinaria;
- valutazione delle priorità in relazione allo stato di conservazione dei manufatti;
- valutazione dello stato di conservazione dei manufatti in relazione alle condizioni ambientali di conservazione rilevate;
- valutazione delle priorità in risposta ai cambiamenti climatici;
- raccolta di dati per supportare le decisioni sia a livello nazionale che regionale;
- trasferimento tecnologico agli enti locali, regionali e nazionali;
- comprendere il contesto ambientale, economico e sociale del patrimonio culturale.

Si sottolinea l'importanza prioritaria degli interventi di manutenzione del patrimonio culturale rispetto agli interventi di restauro, resi particolarmente necessari se si considera l'impatto dei cambiamenti climatici come fattore ulteriore di danno al patrimonio. È quindi necessario promuovere anche differenti strategie di finanziamento a lungo termine per la manutenzione, in particolare:

- correlando differenti risorse di finanziamento e di approcci finanziari;
- riconoscendo nel settore assicurativo un valido alleato;
- introducendo agevolazioni fiscali per la manutenzione;
- indirizzando risorse nella formazione su tecniche edilizie tradizionali e artigianali a complemento delle tecnologie avanzate per migliorare la nostra comprensione del patrimonio culturale in un periodo di cambiamento;
- sostenendo nuove forme di turismo che possano coinvolgere con maggior forza le sme e le istituzioni locali, anche attraverso la costituzione di "reti" tra diverse realtà turistiche e culturali.

ENERGIA

La maggior parte degli studi relativi all'adattamento del settore energetico ai cambiamenti climatici ha preso in esame tecnologie specifiche, considerate soprattutto nella fase di costruzione di nuovi impianti. In questi casi, l'obiettivo di accrescere la resilienza delle infrastrutture energetiche passa attraverso una conoscenza completa e dettagliata di tutti gli impatti dei cambiamenti climatici a livello locale, che si basi sui dati storici, ma tenga conto anche delle proiezioni del clima futuro.

Questo tipo di analisi, che è comunque essenziale e dovrebbe essere estesa agli impianti esistenti, non è sufficiente a fornire indicazioni adeguate per le scelte degli operatori economici del settore. Da diversi punti di vista, infatti, le infrastrutture energetiche sono interconnesse e dipendenti l'una dall'altra; un problema in un settore può condurre rapidamente a una cascata di problematiche che interessano altri settori. Tali interdipendenze rischiano di crescere nel tempo, aggiungendo complessità all'analisi del rischio e al processo decisionale.

C'è quindi bisogno di valutazioni e di verifiche che prendano in considerazione insieme di impianti interconnessi e/o l'intero sistema energetico. Solo in questo modo, infatti, è possibile fornire basi adeguate alle strategie di sviluppo a lungo termine e incorporare i temi legati ai cambiamenti climatici nelle procedure di pianificazione e di manutenzione in modo da assicurare l'adattamento a livello di impianto evitando anche possibili esternalità negative nel futuro.

Inoltre, per tutti i gestori di impianti, ma in particolare di quelli come le centrali termoelettriche che richiedono investimenti elevati, è fondamentale promuovere la gestione dei rischi legati ai cambiamenti climatici attraverso l'apertura di un conto assicurativo. Si tratta di un'opzione di trasferimento del rischio di particolare interesse per società che gestiscono un ampio portafoglio di centrali elettriche, che possono in questo modo far sì che i rischi siano condivisi all'interno di tale portafoglio. I rischi possono inoltre essere trasferiti da un operatore di centrale elettrica a un cosiddetto *off-taker* o *toiler*, un intermediario finanziario che può anche decidere quando intraprendere investimenti.

Tuttavia anche questa opzione di adattamento risulta spesso problematica dal momento che le società di assicurazione sono spesso in difficoltà nel valutare i rischi dei cambiamenti climatici e possono essere indotte dall'elevata incertezza a rifiutarsi di assicurare una specifica infrastruttura, a meno che il gestore non offra garanzie addizionali.

Inoltre, le azioni individuate sono diverse e cambiano a seconda del comparto e della fonte energetica a cui si riferiscono. Vengono di seguito dettagliate.

Gestione della domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento

- realizzare interventi di adattamento, sistematici e generalizzati, del comparto edilizio nazionale atti alla riduzione dei fabbisogni di climatizzazione per la stagione invernale e, soprattutto, per quella

estiva. durante il periodo estivo occorre limitare i carichi termici in entrata limitando l'ingresso del calore dalle parti trasparenti e valutando bene efficaci sistemi di schermatura. le strutture opache devono poi essere progettate in modo da rallentare l'ingresso del flusso di calore dall'esterno, cioè con valori di attenuazione e sfasamento dell'onda termica tali da avere il picco di temperatura della faccia interna della struttura verso sera o notte. in questo modo il picco può essere smaltito aprendo le finestre (l'aria notturna è più fresca) o usando al minimo l'impianto di condizionamento. alcune soluzioni costruttive, come pareti o coperture ventilate o tetti e coperture naturalizzati, sono consigliate in quanto possono limitare il surriscaldamento estivo;

- prescrivere, tramite i regolamenti edilizi comunali, che gli edifici di nuova realizzazione siano "climate proof", il che significa che le loro caratteristiche di lunga durata come l'orientamento, l'isolamento e le finestre dovrebbero essere certificate come appropriate per le condizioni climatiche previste: questi interventi vanno inquadrati nell'ambito di una reale applicazione delle disposizioni di legge in materia di efficienza energetica nelle nuove costruzioni edilizie, ad oggi quasi totalmente disapplicate.

Gestione della trasmissione e della distribuzione di energia elettrica

- promuovere lo sviluppo di *microgrid*, che consentono di distribuire i rischi derivanti dai cambiamenti climatici non su unica infrastruttura ma su molteplici, riuscendo quindi a isolare maggiormente i singoli danni e aumentando la capacità di sistemi autonomi di produzione energetica in caso di calamità naturale. al tempo stesso le *microgrid* sono una delle principali azioni d'intervento nei progetti di "smart cities", finalizzati alla riduzione del livello di dipendenza energetica delle realtà locali. tale sviluppo va ovviamente accompagnato da un'attenta analisi delle situazioni locali per individuare i casi in cui le *microgrid* comportino effettivi vantaggi rispetto alla rete pubblica, per minimizzare i rischi derivanti da un'eccessiva frammentazione del sistema;
- promuovere i programmi di orientamento della domanda ("*demand response programmes*") che sono utili alla gestione della produzione delle fonti rinnovabili e facilitano la gestione dei picchi di domanda derivanti dalle ondate di calore nel periodo estivo e di freddo estremo nel periodo invernale;
- promuovere azioni di tipo *win-win* che presentano anche altri tipi di benefici e possono essere quindi attuate immediatamente e nel lungo periodo;
- promuovere la coordinazione con i *transmission system operators* (tso) dei paesi confinanti al fine di incrementare l'efficacia della leva degli scambi internazionali come ulteriore elemento di resilienza del sistema;
- promuovere lo sviluppo di sistemi di stoccaggio diffuso dell'elettricità che può contribuire a ridurre lo sbilanciamento. tali sistemi potranno inoltre permettere di programmare meglio la produzione rinnovabile ed eventualmente spostarla in ore a più alto fabbisogno se necessario.

Produzione termoelettrica

- mettere in atto una serie di provvedimenti di razionalizzazione, programmazione e riduzione dei consumi, che non riguardano esclusivamente l'ambito della produzione di energia elettrica. tali azioni consentirebbero anche di ridurre le conseguenze delle possibili crisi idriche estive che possono accentuare i conflitti tra l'utilizzo dell'acqua per usi agricoli e per altri utilizzi (industriale, produzione elettrica, usi civili, navigazione fluviale);
- incrementare l'efficienza di generazione elettrica delle centrali termoelettriche tradizionali alimentate da combustibili fossili;
- incrementare l'utilizzo di fonti energetiche alternative attraverso la sostituzione di combustibili fossili utilizzati dalle centrali termoelettriche tradizionali (da carbone e olio combustibile a gas naturale);

- ridurre la vulnerabilità degli impianti termoelettrici all'aumento delle temperature e alla riduzione delle portate dei corpi fluviali attraverso la sostituzione di sistemi di raffreddamento a ciclo aperto con sistemi a ciclo chiuso, e dotarli di raffreddatori ad aria o di pompe addizionali, oppure di torri di raffreddamento;
- ridurre la produzione degli impianti o sospenderne il funzionamento nei casi più gravi di crisi idriche estive.

Al momento questi investimenti sono ancora abbastanza rari poiché i costi relativi sarebbero superiori al mancato reddito legato ad un eventuale calo della produzione; eventuali azioni dovranno essere implementate in piena coerenza con il regime di mercato nell'ambito del quale tali impianti vengono operati. Nella situazione italiana, peraltro, il ruolo degli impianti termoelettrici tradizionali a vapore rispetto al soddisfacimento della domanda di energia elettrica è in continuo calo (dal 48,7% nel 2000 al 17,3% nel 2011) per la crescita dei contributi degli impianti a ciclo combinato e di quelli alimentati da fonti rinnovabili.

Quindi, in presenza di un eccesso di capacità produttiva, un'uscita del servizio da parte di un impianto potrebbe essere compensata utilizzando un'unità momentaneamente fuori servizio o in funzionamento a carico ridotto (tenendo ovviamente conto anche dei flussi zonali tra le varie parti del sistema di trasmissione nazionale).

Produzione da fonti rinnovabili

- aumentare la disponibilità di sistemi di monitoraggio meteo che permettano di conoscere tempestivamente l'andamento dell'offerta di energia idroelettrica e che forniscano informazioni utili a tutti i gestori delle risorse idriche, nella prospettiva di un aumento della frequenza di eventi estremi e di alterazioni climatiche rispetto ai trend stagionali;
- rafforzare il controllo/monitoraggio della variabilità dell'apporto d'acqua lungo l'arco dell'anno al fine di tutelare le condizioni ecologiche del corso d'acqua ed evitare i conflitti legati agli altri usi della risorsa, in particolare quelli agricoli;
- supportare gli accordi e le azioni concertate tra i soggetti interessati nella gestione delle acque e degli invasi (autorità di bacino, agricoltori e produttori stessi) attraverso strumenti modellistici multidisciplinari, in quanto i cambiamenti climatici acuiranno sempre di più (e in modo sempre più complesso) i conflitti tra i diversi usi della risorsa;
- aumentare i volumi dei serbatoi di stoccaggio nella gestione ordinaria per far fronte alla crescente variabilità delle precipitazioni e, di conseguenza, delle disponibilità idriche;
- sviluppare programmi di incentivazione economica per lo sviluppo di nuova capacità di stoccaggi data la scarsità di nuovi siti economicamente sostenibili;
- realizzazione di reti di bacini interconnesse su scala regionale o nazionale, per una compensazione in tempo reale di eccessi o carenze;
- investire in sistemi di raffreddamento più efficaci in fase di progettazione degli impianti a biomassa. infatti, per tale impianto che produce elettricità per il carico di base, un'elevata frequenza di ondate di calore può comportare riduzioni significative della produzione.

Sono state individuate un totale di 26 azioni di adattamento per il settore energetico (di cui 15 *grey*, 11 *soft*), da implementare principalmente a breve termine.

SALUTE

Le azioni previste nel PNACC sono finalizzate allo sviluppo di una capacità di adattamento multidisciplinare e intersettoriale per la mitigazione di impatti e rischi per salute, benessere e sicurezza della popolazione da determinanti ambientali, territoriali e meteo climatici. Le azioni descritte in

dettaglio per una loro efficace implementazione, non possono comunque prescindere da due passaggi istituzionali fondamentali:

- a) il confronto con tutte le attività già in essere con sistemi e servizi di risposta alle emergenze climatiche e di quelli di sorveglianza sanitaria, umana e veterinaria;
- b) il promuovere - con modalità da definire - la consapevolezza, specie a livello locale, che il verificarsi e le caratteristiche di gravità dei danni diretti e dei rischi clima sensibili sono modulati, oltretutto da variabili socio-demografiche, dalla *governance* di tutti i settori strategici del PNACC, nonché dall'implementazione di strumenti trasversali come procedure e controlli ambientali ad hoc, la pianificazione territoriale, l'uso di mappe di vulnerabilità "pesate" sulla popolazione, sistemi di *early warning* integrati e la ricerca e lo sviluppo di materiali e tecnologie resilienti ai cambiamenti climatici.

La trasversalità del dialogo inter-istituzionale e intersettoriale per la *governance* dei rischi sanitari non è solo presupposto tecnico ad un efficiente adattamento, ma è un approccio anche previsto all'art.152 del Trattato europeo e, nel caso dei cambiamenti climatici, è sollecitato sia nel Libro Bianco che nella più recente Strategia Europea dell'aprile 2013. L'ampia platea dei settori coinvolti nella prevenzione di danni diretti e rischi per la salute è ancora più evidente nei documenti di lavoro di supporto della Strategia, in particolare quelli elaborati sia in tema di adattamento delle infrastrutture che in tema di impatti clima sensibili per la salute umana, degli animali e delle piante, (*rispettivamente SWD(2013) 137 final, Commission Staff Working Document – "Adapting infrastructure to climate change"*) e (*SWD(2013) 136 final - Commission Staff Working Document – "Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health"*). Le criticità riscontrate in questi documenti tecnici sono condivisibili anche per il nostro Paese e rappresentano il principale riferimento, insieme al rapporto SNAC, delle azioni individuate.

Le misure includono azioni prevalentemente *soft*, considerabili anche *grey* dato il ruolo importante di tecnologie sia strutturali (laboratori, materiali) che non (piattaforme informatiche, software) nell'implementazione di adeguamenti normativi e di *governance*. Considerato l'ampio spettro dei settori interessati, il frastagliamento di competenze, specie a livello locale, nella realtà nazionale e la condivisione della *governance* di molti settori con stakeholder privati (gestori di utilities per esempio), le azioni proposte devono intendersi focalizzate su determinanti ambientali e territoriali, e prevalentemente riguardanti due aree principali:

- a) potenziamento della *governance* delle vulnerabilità clima-sensibili d'interesse per salute, benessere e sicurezza della popolazione da determinanti ambientali, territoriali e meteo climatici;
- b) potenziamento dei sistemi di prevenzione ambientale e sanitaria nel contrastare danni diretti e rischi per la salute emergenti clima-sensibili.

1. Azioni per il potenziamento della governance delle vulnerabilità clima-sensibili d'interesse per salute, benessere e sicurezza della popolazione da determinanti ambientali, territoriali e meteo climatici.

Le azioni individuate riguardano in primo luogo la necessità di avere un'informazione sugli impatti associati a clima ed eventi estremi in Italia, – ad oggi assente in Italia - una base conoscitiva indispensabile per ogni valutazione di livello nazionale e locale ed un corretto confronto con le piattaforme europee.

A livello locale il trasferimento del *know-how* di azioni dovrà essere tra gli obiettivi principali del PNACC, da realizzarsi attraverso linee guida e protocolli operativi sia per le procedure di valutazione ambientale (VIA, VAS e AIA) che per la prevenzione di danni diretti attraverso l'uso di tecnologie e materiali resilienti (danni da eventi avversi, mitigazione degli effetti da isola di calore urbana in seguito ad ondate di calore) e, non in ultimo, una gestione resiliente del verde urbano specie in aree sensibili come giardini scolastici e parchi per la prevenzione di crolli dannosi e per la presenza di specie allergizzanti favorite da condizioni climatiche.

Tra i rischi emergenti non attualmente tutelati che richiedono un potenziamento normativo, e non rientranti nel tradizionale ambito di prevenzione ambiente e salute, si segnala la carenza di prevenzione, sorveglianza e tutela assicurativa dei lavoratori professionalmente esposti ad attività *outdoor* (edilizia, agricoltura, turismo, trasporti urbani ed extraurbani) e, in tema di politiche energetiche, l'assenza di protocolli per la valutazione della qualità dell'aria *indoor* nelle procedure di certificazione ed efficientamento energetico, per come anche ribadito nella recente Raccomandazione UE 2016/1318, o lo studio e l'analisi delle interazioni tra anomalie termiche ed eventi avversi e i rischi per la salute da inquinanti chimici e biologici in aria indoor.

Le azioni nello specifico riguarderanno:

- a) sviluppo di un sistema informativo nazionale clima e salute che, anche attraverso la messa in rete di sistemi esistenti, consenta: (i) il popolamento di un database degli eventi meteorologici avversi e di indicatori per gli impatti su salute, benessere e sicurezza sulla popolazione ovvero decessi, popolazione colpita, morbilità e accessi a cure sanitarie, patologie psico-fisiche post traumatiche e danni socio-economici³; (ii) la disponibilità e l'accesso a dati locali e nazionali e lo scambio informativo con piattaforme europee istituzionali già esistenti; (iii) l'integrazione delle mappe di rischio con vulnerabilità socio-demografiche georeferenziate;
- b) sviluppo di linee guida per i decisori locali per contrastare le vulnerabilità clima dipendenti, tra queste: (i) uso di tecnologie e materiali resilienti ad eventi estremi per infrastrutture di trasporto urbano ed extraurbano, edilizia privata, industriale, commerciale, scolastica e ospedaliera, servizi idrici integrati, telecomunicazioni, approvvigionamento energetico e servizi essenziali; (ii) linee guida per gli amministratori locali per la mitigazione degli effetti delle isole di calore urbano; (iii) revisione di protocolli per la gestione del verde urbano (manutenzione resiliente, uso specie a bassa allergenicità) specie in aree vulnerabili come giardini scolastici e parchi urbani; (iv) linee guida per l'integrazione dei rischi sanitari e socio economici clima sensibili nelle procedure di valutazione autorizzazione ambientale (via, vas, aia) a livello locale;
- c) *governance* e norme di settore: (i) programmazione di fondi per la ricerca, in particolare per il potenziamento della ricerca per l'applicazione di tecnologie e materiali resilienti a cambiamenti e variabilità del clima; (ii) programmi di formazione ed educazione ambientale nelle scuole (comprendenti anche comportamenti protettivi per l'esposizione a danni diretti e rischi da cambiamenti climatici) e programmazione di corsi di formazione su rischi socio-economici emergenti clima-sensibili per operatori dei settori strategici non sanitari (ambiente, pianificazione territoriale e urbanistica, energia, trasporti, edilizia, gestione verde urbano, servizi idrici); (iii) revisione delle azioni di prevenzione, sorveglianza e tutela assicurativa dei lavoratori professionalmente esposti ad attività *outdoor* (edilizia, agricoltura, turismo, trasporti); (iv) protocolli e procedure per l'inclusione di procedure di valutazione della qualità dell'aria interna (vedi raccomandazione ue 2016) nelle certificazioni energetiche.

2. *Potenziamento dei sistemi di prevenzione ambientale e sanitaria nel contrastare danni diretti e rischi per la salute emergenti clima-sensibili.*

Le azioni d'adattamento degli attuali sistemi di prevenzione sanitaria e ambientale da fattori di rischio per la salute associati agli impatti dei fattori meteorologici su ecosistemi, biodiversità, acque potabili e di balneazione, suolo, qualità dell'aria *outdoor* e *indoor* riguardano, in generale:

- **modalità operative-organizzative** come ad esempio protocolli specifici di controllo delle matrici ambientali e biota in seguito ad inondazioni/alluvioni, il monitoraggio e l'*early warning* per vettori biologici d'interesse sanitario e la loro gestione ambientale integrata, il censimento e monitoraggio

³ Un sistema di riferimento è il data base EM DAT la cui informazione è comunque relativa esclusivamente a eventi catastrofici.

di specie aliene o infestanti tossiche e allergizzanti ovvero l'integrazione delle caratteristiche di tossicità e allergenicità nel monitoraggio ambientale;

- **le infrastrutture tecnologiche e laboratoristiche** idonee alla valutazione e controllo dei rischi emergenti e riemergenti che, in quanto tali, possono non essere adeguatamente supportati dall'ordinaria amministrazione e organizzazione nelle realtà locali competenti;
- **azioni specifiche per il potenziamento di alcune aree di prevenzione** del nostro sistema nazionale riguardanti rischi clima sensibili, quali ad esempio un sistema di sorveglianza delle malattie idrotrasmesse, attualmente assente in Italia; l'inclusione del monitoraggio delle isole di calore urbano nelle attività di monitoraggio della qualità dell'aria; l'avvio di un studio nazionale per le valutazioni delle interazioni tra variabili meteo climatiche e qualità dell'aria indoor (inquinanti chimici e biologici) e rischi per la salute propedeutico ad un sistema di monitoraggio. Infatti nonostante molte attività progettuali e lo sviluppo di linee guida e tecniche di monitoraggio, va colmata la lacuna operativa e organizzativa circa la ripartizione di risorse e ruoli di tali attività a livello locale e nazionale per il monitoraggio della qualità dell'aria che, come noto, mostra una spiccata sensibilità sia alle anomalie termiche che agli eventi meteo avversi; la valutazione dei requisiti nutrizionali degli alimenti (vegetali e animali), ovvero la composizione chimica del prodotto in termini di macronutrienti e micronutrienti (minerali, vitamine, etc.), le cui carenze croniche o subcliniche possono essere causa di condizioni patologiche e fattori di rischio per molte patologie cardiovascolari e dismetaboliche.

Nello specifico le azioni identificate riguardano:

- sviluppo di un data base integrato ambientale e sanitario di malattie idrotrasmesse da contaminanti biologici presenti in acque potabili, balneazione e acque per uso irriguo (attualmente in Italia non esiste un sistema di sorveglianza delle malattie idrotrasmesse);
- potenziamento infrastrutture per monitoraggio e analisi di laboratorio per rischi emergenti e/o riemergenti;
- potenziamento di protocolli e procedure di controllo di inquinanti chimici e biologici emergenti clima-sensibili di acque e alimenti;
- applicazione di procedure di valutazione dei rischi emergenti clima sensibili nella filiera di produzione dell'acqua destinata al consumo umano secondo il modello dei *water safety plans* (linee guida ISS);
- censimento e monitoraggio ambientale di specie vegetali e animali tossiche e/o allergizzanti clima-sensibili con particolare riferimento alle specie aliene e/o infestanti;
- disciplina dei ruoli e integrazione svolti dai vari enti territoriali preposti alla prevenzione e al controllo sostenibile degli insetti vettori di malattie infettive in aree urbane;
- monitoraggio delle isole di calore urbano pesato sulle caratteristiche della popolazione residente
- avvio di un progetto pilota per lo studio delle interazioni tra variabili meteo- climatiche e qualità dell'aria indoor e rischi per la salute degli occupanti in contesti ad alta vulnerabilità (scuole dell'obbligo e per l'infanzia, residenze per anziani e disabilità cardiorespiratorie);
- avvio di progetto pilota per il monitoraggio della qualità nutrizionale degli alimenti vegetali e animali influenzate da condizioni meteorologiche (diminuzione e/o variazione clima sensibile di micronutrienti essenziali).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Adger WN (2009) Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change. *Econ Geogr* 79:387–404 . doi: 10.1111/j.1944-8287.2003.tb00220.x
- Adger WN, Dessai S, Goulden M, et al (2009) Are there social limits to adaptation to climate change? *Clim Change* 93:335–354 . doi: 10.1007/s10584-008-9520-z
- Agrawala S, Fankhauser S (2008) Economic aspects of adaptation to climate change : costs, benefits and policy instruments. OECD, Paris
- Angelini P, Casella L, Grignetti A, Genovesi P (2016) Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. Serie Manuali e linee guida, 142/2016. ISPRA
- Balbi S, Giupponi C, Perez P, Alberti M (2013) A spatial agent-based model for assessing strategies of adaptation to climate and tourism demand changes in an alpine tourism destination. *Environ Model Softw* 45:29–51 . doi: 10.1016/j.envsoft.2012.10.004
- Bonzon K, McIlwain K, Strauss KC, Val Leuvan T (2010) Catch share design manual: a guide for managers and fishermen
- Brace C, Geoghegan H (2011) Human geographies of climate change: Landscape, temporality, and lay knowledges. *Prog Hum Geogr* 35:284–302 . doi: 10.1177/0309132510376259
- Brander K (2010) Impacts of climate change on fisheries. *J Mar Syst* 79:389–402 . doi: 10.1016/j.jmarsys.2008.12.015
- Caneva G (2010) Cultural Landscapes and Climate Change. In: Lefèvre R-A, Sabbioni C (eds) *Climate Change and Cultural Heritage*. EdiPuglia, Bari
- Colloca F, Cardinale M, Maynou F, et al (2013) Rebuilding Mediterranean fisheries: a new paradigm for ecological sustainability. *Fish Fish* 14:89–109 . doi: 10.1111/j.1467-2979.2011.00453.x
- Corte dei Conti Europea (2011) Le misure dell’UE hanno contribuito ad adeguare la capacità delle flotte pescherecce alle possibilità di pesca? Bruxelles
- Dessai S, Hulme M (2004) Does climate adaptation policy need probabilities? *Clim Policy* 4:107–128 . doi: 10.1080/14693062.2004.9685515
- EC (2009) Libro bianco - L’adattamento ai cambiamenti climatici : verso un quadro d’azione europeo - COM(2009) 147 def.
- EC (2013) *Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment*
- Farina A (2000) The Cultural Landscape as a Model for the Integration of Ecology and Economics. *Bioscience* 50:313 . doi: 10.1641/0006-3568(2000)050[0313:tclaam]2.3.co;2
- Froese R, Proelß A (2010) Rebuilding fish stocks no later than 2015: will Europe meet the deadline? *Fish Fish* 11:194–202 . doi: 10.1111/j.1467-2979.2009.00349.x
- IREPA (2004) Osservatorio economico delle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2003. F. Angeli, Milano
- Jones M (2003) The Concept of Cultural Landscape: Discourse and Narratives. In: Palang H, Fry G (eds) *Landscapes interfaces: cultural heritage in changing landscapes*. Springer-Science+Business Media, B.Y., pp 21–51
- LAV, Legambiente, Marevivo (2010) *La pesca illegale, non documentata e non regolamentata nell’Unione Europea: il caso delle reti derivanti italiane*
- Lombardia R, FLA (2016) Documento di Azione Regionale per l’Adattamento al Cambiamento Climatico della Lombardia
- MacNeil MA, Graham NAJ, Cinner JE, et al (2010) Transitional states in marine fisheries: adapting to predicted global change. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 365:3753–3763 . doi: 10.1098/rstb.2010.0289
- McIlgorm A, Hanna S, Knapp G, et al (2010) How will climate change alter fishery governance? Insights from seven international case studies. *Mar Policy* 34:170–177 . doi: 10.1016/j.marpol.2009.06.004
- Ministero Politiche Agricole Alimentari Forestali (2015) *Programma Operativo Italia FEAMP 2014-2020*
- Sabbioni C, Brimblecombe P, Cassar M (2010) *The Atlas of Climate Change Impact on European Cultural Heritage*. Anthem Press, United Kingdom

- STECF (2015) Mediterranean assessments part 1 (STECF-15-18), EUR 27638. Publications Office of the European Union, Luxembourg
- Trigg MA, Birch CE, Neal JC, et al (2016) The credibility challenge for global fluvial flood risk analysis. *Environ Res Lett* 11:94014 . doi: 10.1088/1748-9326/11/9/094014
- Tsikliras AC, Dinouli A, Tsiros V-Z, Tsalkou E (2015) The Mediterranean and Black Sea Fisheries at Risk from Overexploitation. *PLoS One* 10:e0121188 . doi: 10.1371/journal.pone.0121188
- von Droste B, Plachter H, Rössler M (1995) Cultural landscapes of universal value- Components of a Global Strategy. Gustav Fischer Vlg, UNESCO, Jena, Stuttgart
- Vos W, Meekes H (1999) Trends in European cultural landscape development: perspectives for a sustainable future. *Landsc Urban Plan* 46:3–14 . doi: 10.1016/s0169-2046(99)00043-2
- Ward PJ, Jongman B, Salamon P, et al (2015) Usefulness and limitations of global flood risk models. *Nat Clim Chang* 5:712–715 . doi: 10.1038/nclimate2742

BOLZA

