

# ecoscienza

SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

Rivista di Arpa  
Agenzia regionale  
prevenzione e ambiente  
dell'Emilia-Romagna  
N° 5 Novembre 2013, Anno IV

## IL CLIMA CAMBIA E LA CAUSA È L'UOMO, LO CONFERMA IL V RAPPORTO IPCC

LA STRATEGIA UE  
PER L'ADATTAMENTO E  
LA PROPOSTA PER L'ITALIA

RISCHIO IDROGEOLOGICO,  
ECOSISTEMI URBANI E  
MARINO-COSTIERI,  
FORESTE E BIODIVERSITÀ,  
RISCHI PER LA SALUTE,  
AGRICOLTURA E TURISMO,  
SONO MOLTEPLICI LE  
IMPLICAZIONI MENTRE SI  
APRONO NUOVI SCENARI

I FONDI UE  
PER L'ADATTAMENTO  
E PER REINDIRIZZARE  
L'ECONOMIA

RUOLO DEI PRIVATI  
E MERCATO DEI  
SERVIZI CLIMATICI



**Arpa Emilia-Romagna** è l'Agenzia della Regione che ha il compito di controllare l'ambiente. Obiettivo dell'Agenzia è favorire la sostenibilità delle attività umane che influiscono sull'ambiente, sulla salute, sulla sicurezza del territorio, sia attraverso i controlli previsti dalle norme, sia attraverso progetti, attività di prevenzione, comunicazione ambientale. Arpa si è così impegnata anche nello sviluppo di sistemi e modelli di previsione per migliorare la qualità dei sistemi ambientali e affrontare il cambiamento climatico e le nuove forme di inquinamento e di degrado degli ecosistemi.

L'Agenzia opera attraverso un'organizzazione di servizi a rete, articolata sul territorio. Nove Sezioni provinciali, organizzate in distretti subprovinciali, garantiscono l'attività di vigilanza e di controllo capillare e supportano i processi di autorizzazione ambientale; una rete di centri tematici e di laboratori di area vasta o dedicati a specifiche componenti ambientali, anch'essa distribuita sul territorio, svolge attività operative e cura progetti e ricerche specialistiche. Completano la rete Arpa due strutture dedicate rispettivamente all'analisi del mare e alla meteorologia e al clima, le cui attività operative e di ricerca sono strettamente correlate a quelle degli organismi territoriali e tematici.

Il sito web [www.arpa.emr.it](http://www.arpa.emr.it) è il principale strumento di diffusione delle informazioni, dei dati e delle conoscenze ambientali, ed è quotidianamente aggiornato e arricchito.



### Le principali attività

- › Vigilanza e controllo ambientale del territorio e delle attività dell'uomo
- › Gestione delle reti di monitoraggio dello stato ambientale
- › Studio, ricerca e controllo in campo ambientale
- › Emissione di pareri tecnici ambientali
- › Previsioni e studi idrologici, meteorologici e climatici
- › Gestione delle emergenze ambientali
- › Centro funzionale e di competenza della Protezione civile
- › Campionamento e attività analitica di laboratorio
- › Diffusione di informazioni ambientali
- › Diffusione dei sistemi di gestione ambientale

# IL CORAGGIO DI BUTTARSI NELLA MISCHIA

Luca Mercalli Presidente della Società meteorologica italiana



**L**a prima impressione che ricevo scorrendo l'indice degli articoli di questo numero di *Ecoscienza* è di una enorme ricchezza in termini di conoscenza sui cambiamenti climatici e le loro conseguenze. Una vasta rappresentanza dei temi scottanti della nostra contemporaneità trattati con chiarezza e rigore, un elenco di autori che disvela un patrimonio di competenze e di istituzioni sia nazionali, sia internazionali che infonde ottimismo e spinge all'azione, sia pur di fronte all'imponenza delle sfide in ballo. Ma è una sensazione di breve durata, sostituita dallo scoraggiamento, nel constatare la distanza siderale che si frapponne tra queste profonde riflessioni e l'indifferenza quotidiana della politica "alta", della società, dell'informazione di massa. E il sentimento terminale che ne emerge è la frustrazione: vedere di fronte a sé tutta la conoscenza bastevole a evitare che processi ambientali irreversibili causati dalle attività umane possano compromettere il futuro della specie stessa, e non sapere come attirare verso di essa tutta l'attenzione e tutto l'impegno che tale circostanza necessiterebbe. Constatate che esistono le professionalità per affrontare i problemi, ma che questo capitale umano e di sapere troppo spesso non viene coinvolto, se non marginalmente, nei processi decisionali, lasciati talvolta allo sbaraglio della politica incompetente e anche di amministratori distratti, o peggio ciarlatani e furfanti. Una frustrazione che mi deriva dall'esperienza di frequentare tre grandi campi: la ricerca, come paleoclimatologo alpino, l'informazione, come editorialista della carta stampata e della televisione, e il supporto alla politica, sia quella locale, sia quella europea, che mi ha portato a Bruxelles, grazie a un raro uomo politico sensibile, a formulare i contenuti per le regioni montane della strategia di adattamento comunitaria di cui si parla in queste pagine. Mi sento in effetti sopraffatto dall'asimmetria di questi sforzi, condivisi ovviamente con la "nostra" piccola comunità scientifica, e la muraglia impenetrabile della realtà economica e

sociale che guarda in un'altra direzione. Avverto l'assurdità della mancanza di un dibattito continuo e costruttivo su argomenti fondamentali, che invece vengono evitati a priori, o liquidati con sufficienza, o addirittura osteggiati e combattuti con violenza. Mi sento circondato da un irrealistico rumore di fondo che sopprime il flebile ma determinato allarme che giunge dalla scienza. Sono consapevole che il modo di farlo pervenire alla società è complesso e forse ancora tutto da elaborare, con l'aiuto degli psicologi sociali, dei filosofi e degli antropologi: se lo si urla, infatti, non va bene, genera panico o l'effetto "al lupo, al lupo", se lo si sussurra si perde nella mischia informativa, se lo si esplicita con i numeri e i ragionamenti razionali non viene compreso, se lo si spaccia con le emozioni non produce risposte durevoli. In questi ultimi vent'anni, si può dire che le abbiamo provate un po' tutte, con risultati molto al di sotto delle aspettative e delle necessità. Allora come fare, vista anche l'urgenza dell'azione? Provo a buttare sul foglio qualche idea. Occorre a mio parere sfruttare con maggior incisività il potenziale cognitivo e l'autorevolezza dei tecnici e dei ricercatori del settore, tradizionalmente poco inclini a esporsi e a combattere nell'agone politico e sociale per l'affermazione delle proprie idee. Ogni singolo operatore può e deve assumere posizioni più risolutive a partire dall'ambito che frequenta quotidianamente, dalla famiglia ai propri contatti professionali. Ha il dovere morale di informare, di dissipare dubbi, di fugare interpretazioni obsolete o errate, disintegrare luoghi comuni e costruire conoscenza, responsabilizzazione, attivismo. Esaurito l'ambito dei contatti diretti, può e deve spingersi nel territorio della politica e dell'informazione, inviando documenti e lettere alle redazioni e agli amministratori, segnalando aggiornamenti scientifici, criticando le purtroppo numerose scorrettezze, proponendo incontri pubblici popolari. Se gli autori degli articoli di questo

fascicolo portassero avanti attivamente questo impegno civile con continuità e dedizione (molti già lo fanno), vedremmo forse moltiplicarsi le occasioni di presa di coscienza e migliorare la qualità dell'informazione. Lo so che è un'operazione pesante, che risucchia molto del poco tempo di cui ognuno di noi dispone, frustrante per il basso ritorno immediato, complessa per il rispetto degli equilibri interni di ogni gruppo di lavoro o istituzione. Lo so che molti vorrebbero esprimersi ma non possono farlo se non a titolo personale e senza coinvolgere la struttura di appartenenza, per la quale i livelli di filtro e di cautela sono spesso insuperabili. Lo so che si arriva stanchi a casa alla sera e nel fine settimana non si vorrebbe pensare a scrivere a un quotidiano o a far lezione al consiglio di circoscrizione. Ma occuparsi di ricerca sul clima in questo momento storico implica un'elevata dose di etica da iniettare nella propria attività. L'autorevolezza e la credibilità che deriva dall'essere operatori competenti e detentori di curricula talora d'eccellenza, non deve essere sprecata limitandosi a impiegarla nel comodo bozzolo della letteratura di settore o delle pubblicazioni internazionali, che difficilmente verranno lette da un politico o da un imprenditore. Credo che sia necessario raccogliere il coraggio di buttarsi nella mischia, parlando continuamente delle scoperte del proprio mestiere al bar, in autobus, a cena, al circolo culturale o alla gita sociale. A costo di risultare in un primo tempo bizzarri e forse perfino fastidiosi, ma chi sente puzza di bruciato ha l'obbligo di farlo sapere, e invitare tutti a estinguere il principio d'incendio prima che avvampi indomito. Queste pagine così fitte di dati dimostrano che abbiamo a disposizione tutto ciò che serve sul piano della conoscenza scientifica, ora tocca alla comunicazione capillare e pressante muovere un gran numero di (e)coscienze ad assumersi responsabilità individuali e collettive.



ISSN 2039-0424

Rivista di Arpa  
Agenzia regionale  
prevenzione e ambiente  
dell'Emilia-Romagna

Numero 5 • Anno IV  
Novembre 2013



**Abbonamento annuale:**  
6 fascicoli bimestrali  
Euro 40,00  
con versamento  
sul c/c postale n.751404

**Intestato a:**  
Arpa  
Servizio  
meteorologico regionale  
Viale Silvani, 6 - 40122  
Bologna

**Segreteria:**  
Ecoscienza, redazione  
Via Po, 5 40139 - Bologna  
Tel 051 6223887  
Fax 051 6223801  
ecoscienza@arpa.emr.it

**DIRETTORE**  
Stefano Tibaldi

**DIRETTORE RESPONSABILE**  
Giancarlo Naldi

**COMITATO DI DIREZIONE**  
Stefano Tibaldi  
Giuseppe Biasini  
Mauro Bompani  
Vittorio Boraldi  
Carlo Cacciamani  
Fabrizia Capuano  
Simona Coppi  
Adelaide Corvaglia  
Eriberto De' Munari  
Carla Rita Ferrari  
Lia Manaresi  
Raffaella Raffaelli  
Massimiliana Razzaboni  
Licia Rubbi  
Piero Santovito  
Mauro Stambazzi  
Luigi Vicari  
Franco Zinoni

**COMITATO EDITORIALE**

Raffaella Angelini  
Vincenzo Balzani  
Francesco Bertolini  
Gianfranco Bologna  
Mauro Bompani  
Roberto Coizet  
Matteo Mascia  
Giancarlo Naldi  
Marisa Parmigiani  
Giorgio Pineschi  
Karl Ludwig Schibel  
Andrea Segré  
Mariachiara Tallacchini  
Paolo Tamburini  
Stefano Tibaldi  
Franco Zinoni

**Redattori:**

Daniela Raffaelli  
Stefano Folli

**Segretaria di redazione:**  
Claudia Pizzirani

**Progetto grafico:**  
Miguel Sal & C

**Impaginazione e grafica:**  
Mauro Cremonini (Odoya srl)

**Copertina:**  
Cristina Lovadina

**Stampa:**  
Premiato stabilimento  
tipografico dei comuni  
Santa Sofia (Fc)  
Registrazione Trib.  
di Bologna  
n. 7988 del 27-08-2009

**Stampa su carta:**  
Cocoon Offset

Chiuso in redazione: 20 Novembre 2013



# SOMMARIO

3 **Editoriale**  
**Il coraggio di buttarsi  
nella mischia**  
Luca Mercalli

44 **Costi e benefici  
del fare e del non fare**  
Elisa Bonazzi, Paolo Cagnoli

46 **Colture e allevamenti,  
servono azioni di tutela**  
Marco Bindi

48 **Opportunità e nuove incertezze  
per l'agricoltura**  
Lucio Botarelli

50 **Ridurre le emissioni di gas serra  
nei sistemi agricoli**  
Carlo Malavolta, Roberta Chiarini, Guido Violini,  
Milena Breviglieri, Vittorio Marletto

52 **Le foreste italiane,  
una ricchezza a rischio**  
Maria Vincenza Chiriaco, Riccardo Valentini

54 **Biodiversità a rischio  
per gli ecosistemi acquatici**  
Pierluigi Viaroli

57 **Clima, ecosistemi marini  
e adattamento**  
Roberto Danovaro, Cristina Gambi, Beatrice Gatto,  
Eleonora Gioia, Lorenzo Sangelantoni,  
Fausto Marincioni

60 **Clima e servizi ecosistemici  
nelle zone costiere**  
Marco Zavatarelli

62 **Gli impatti su zone costiere  
ed ecosistema marino**  
Carla Rita Ferrari

64 **Il cambiamento climatico  
e la pianificazione idrica**  
Emanuele Cimatti, Camilla Iuzzolino

66 **Un forte impatto sul turismo,  
come può rispondere l'Italia?**  
Andrea Bigano

70 **Clima e nuovi rischi per la salute**  
Luciana Sinisi

72 **Isole di calore e misure  
di mitigazione**  
Stefano Marchesi, Stefano Zauli Sajani, Paolo Lauriola

74 **Adattamento e governo  
in aree urbane**  
Andrea Filpa

77 **Usare bene i fondi europei  
con il Patto dei sindaci**  
Emanuele Burgin

78 **La rete delle città  
per conoscere e agire**  
Daniela Luise

80 **Bologna città resiliente**  
Piero Pelizzaro, Clementina Tallento, Lucio Botarelli

## Climate change e adattamento

8 **È l'uomo a cambiare il clima  
la scienza conferma**  
Carlo Cacciamani

12 **La strategia di adattamento  
dell'Unione europea**  
Sara Venturini

16 **L'Italia verso la strategia  
nazionale di adattamento**  
Sergio Castellari

18 **Il bacino mediterraneo  
e le frontiere del clima**  
Intervista ad Antonio Navarra a cura di Giancarlo Naldi

20 **La modellistica numerica  
e gli scenari del cambiamento**  
Silvio Gualdi, Alessio Bellucci

22 **Dai modelli globali  
agli impatti ad area limitata**  
Rodica Tomozeiu

24 **"Pensare l'impensabile"  
per difenderci dall'insolito**  
Filippo Maimone

26 **Eventi estremi, entità e ricorrenza**  
Carlo Cacciamani

28 **Migliorare la capacità di previsione**  
Renata Pelosini, Simona Barbarigo

32 **Come cambia  
il rischio idrogeologico**  
Roberto Rudari

34 **Difesa idrogeologica,  
serve un approccio proattivo**  
Maurizio Mainetti, Silvano Pecora

36 **Dobbiamo, intraprendere  
la grande trasformazione**  
Karl-Ludwig Schibel

38 **Le Agenzie ambientali  
a supporto delle strategie**  
Stefano Tibaldi

40 **Investimenti in adattamento,  
nuova costante economica**  
Emanuele Massetti

42 **Nasce il mercato  
dei servizi climatici**  
Piero Pelizzaro

82 **Autonomie locali e fondi europei per l'adattamento**  
Karl-Ludwig Schibel

84 **Azioni a livello locale, il progetto Life Act**  
Francesca Giordano, Alessio Capriolo,  
Rosanna Mascolo, Domenico Gaudioso

86 **Investiamo per creare comunità resilienti**  
Paola Gazzolo

87 **Reindirizzare l'economia con i fondi europei**  
Giuseppe Bortone

88 **Il "restauro italiano", una grande opportunità**  
Mirko Tutino

89 **L'auto elettrica in Italia, e pur si muove**  
Ilaria Bergamaschini

90 **Rischi e opportunità per l'Emilia-Romagna**  
Paolo Cagnoli, Michele Sansoni, Franco Zinoni

92 **Buoni risultati dagli incentivi al trasporto ferroviario**  
Tommaso Simeoni

## Rubriche

94 **Legislazione news**  
95 **Libri**  
96 **Eventi**  
97 **Abstracts**

## ARPA EMILIA-ROMAGNA, LE NOVITÀ IN RETE

### Ad Arpa Emilia-Romagna il premio CompraVerde



Nell'ambito del *Forum internazionale CompraVerde-BuyGreen* (Milano, 30-31 ottobre 2013), ad Arpa Emilia-Romagna è stato assegnato il premio per la migliore politica di Gpp realizzata. Il Green Public Procurement (Gpp, acquisti verdi della pubblica amministrazione), è l'integrazione di considerazioni di carattere ambientale nelle procedure di acquisto e rappresenta il mezzo per scegliere prodotti e servizi che hanno un ridotto impatto sulla salute umana e sull'ambiente. Acquistare verde significa acquistare un bene/servizio tenendo conto degli impatti ambientali che questo può avere nel corso del suo ciclo di vita, dall'estrazione della materia prima allo smaltimento del rifiuto. La giuria del premio CompraVerde-BuyGreen ha riconosciuto la positività delle politiche di Arpa in questo campo, come si legge nella motivazione: "per una politica di acquisti pubblici verdi esemplare sia nella definizione degli obiettivi che nell'attuazione e nella comunicazione dei risultati".

La Segreteria scientifica si è anche complimentata per il buon lavoro svolto e ha comunicato che l'esperienza di Arpa sarà presentata e illustrata nell'ambito di prossime iniziative sul tema, come esempio concreto dell'implementazione di una politica di Gpp perfettamente strutturata e integrata con le altre politiche dell'ente. Maggiori dettagli sul Gpp e sulle azioni di Arpa sono disponibili sul sito e su *Ecoscienza* 4/2013 (articolo *Acquisti verdi, l'impegno di Arpa Emilia-Romagna*).

### In linea la Relazione annuale delle attività 2012

Arpa ha attivato da tempo azioni e strumenti di comunicazione volti a garantire efficaci rendiconti del proprio operato alle istituzioni e al pubblico. La Relazione annuale delle attività, che il direttore generale presenta con riferimento all'esercizio precedente, ne rappresenta uno tra i più significativi momenti.

Nella prospettiva dei *Processi operativi* sono presentati gli andamenti dell'agire di Arpa:

l'attività svolta sui diversi temi ambientali, le modalità di intervento, l'impegno sostenuto per l'erogazione dei servizi-prodotti; l'andamento e le tendenze dei fronti d'intervento; il rapporto tra pianificazione, attività realizzate e domanda; i trend di medio-lungo periodo dei campi d'azione dell'Agenzia.



Le altre tre prospettive - *Economico-finanziaria, Innovazione e apprendimento, Qualità e cliente* - illustrano i temi gestionali più rilevanti affrontati nel 2012 e i versanti di maggiore impegno, con i risultati conseguiti.

### A Trieste Next premiato il progetto Aqua



Lo scorso 28 settembre nell'ambito di *Trieste Next* - Salone europeo della ricerca scientifica - è stata assegnata al progetto europeo Life Aqua la menzione speciale per la categoria *Acqua* del premio *Vivere a spreco zero*.

Il progetto Aqua (*Adoption of Quality water Use in Agro industry sector*) è stato realizzato con il coordinamento di Arpa Emilia-Romagna e conta tra i partner associati la Regione, Legacoop e Indica. Tra i risultati la creazione di una *Alleanza dell'acqua*, che intende promuovere l'applicazione dell'innovativo kit per il risparmio idrico, messo a punto per le imprese del settore agroalimentare che intendono ridurre i propri consumi di risorse idriche.

A oggi hanno aderito all'Alleanza per l'Acqua 15 imprese agroalimentari, che hanno redatto specifici Piani d'azione per la riduzione di oltre il 10% dei propri fabbisogni idrici entro i prossimi tre anni.

### A Bologna il 19 novembre la Conferenza finale del progetto europeo Ecoroutour

L'attenzione alla sostenibilità ambientale di una destinazione turistica è davvero un elemento premiante nella scelta dei turisti? Una struttura che si certifica Ecolabel avrà più clienti o sono altri i vantaggi competitivi ottenibili grazie a tale percorso? Quali scelte di sostenibilità di un territorio o di una struttura sono maggiormente apprezzate dai turisti? Perseguire il turismo sostenibile ha un rapporto positivo tra costi e benefici? Queste sono alcune delle domande a cui la conferenza finale del progetto *Life Ecoroutour* (*Turismo rurale ambientalmente compatibile in aree protette per uno sviluppo sostenibile a bassa emissione di gas a effetto serra*) cerca di dare risposta.

La conferenza, presentando gli output realizzati e ospitando interessanti *case history* nazionali ed europee, intende anche proporre strumenti che consentano un'attenta valutazione dei costi e delle complessità che amministrazioni pubbliche e imprese devono sostenere per perseguire la strada del turismo sostenibile, individuando quali benefici concreti e misurabili possono essere raggiunti a breve e a lungo termine. L'Emilia-Romagna partecipa al progetto per l'area naturale protetta del delta del Po (Parco delta del Po); anche Arpa Emilia-Romagna collabora alla realizzazione delle attività previste dal progetto Life Ecoroutour.

con il patrocinio di



## Politiche, strumenti ed esperienze per il Patto dei Sindaci 2.0

Prologo

**Partnership pubblico-privata, le nuove modalità di finanziamento come opportunità per gli enti locali e il loro patrimonio edilizio**

**Giovedì 28 novembre 2013, Bologna | ore 14.00-18.00**

Provincia di Bologna, Sala Zodiaco, Via Zamboni 13, Bologna

Organizzato da Coordinamento Agende 21 Locali e Alleanza per il clima

con il contributo di



Conferenza

**Il Covenant of Mayors per le politiche climatiche**

**Venerdì 29 novembre 2013, Bologna | ore 9.00-16.00**

Cappella Farnese, Palazzo D'Accursio, Piazza Maggiore 6, Bologna

Saluti

Virginio Merola, Sindaco di Bologna

Beatrice Draghetti, Presidente della Provincia di Bologna

Introduce i lavori

Carlo Cacciamani, Direttore Servizio IdroMeteoClima,

Arpa Emilia-Romagna

9.00-9.30 Registrazione dei partecipanti

1° Sessione, ore 9.30-13.00

**1500 Piani d'azione per l'energia sostenibile, e poi?**

Introduce e coordina: **Emanuele Burgin**, Assessore all'Ambiente, Provincia di Bologna

*Quattro anni di PAES. Il Comune di Padova, a che punto è?*

**Marina Mancin**, Assessore all'Ambiente, Comune di Padova

*La Provincia di Torino come struttura di supporto.*

*Il caso del Paes congiunto dell'Unione NET*

**Roberto Ronco**, Assessore all'Ambiente, Provincia di Torino

*Una Rete per il Patto dei Sindaci, La Regione Sicilia e i Fondi strutturali*

**Laura Leonardis**, Assessore alla Politiche comunitarie, Comune di Cefalù

*Il coinvolgimento degli stakeholder dal Paes al Piano clima*

**Irene Gobbo**, Direzione Ambiente e politiche giovanili, Comune di Venezia

*Sfide per la città del futuro. Francoforte sulla strada di una città*

*adattata al clima e efficiente con le risorse*

**Hans-Georg Dannert**, Ufficio Ambiente, Comune di Francoforte

*Blue AP. Bologna città resiliente*

**Patrizia Gabellini**, Assessore all'Ambiente, Comune di Bologna

2° Sessione, ore 14.00-16.30

**Il quadro regionale, nazionale e internazionale di una politica locale di energia sostenibile**

Introduce e coordina: **Rossella Zadro**, Presidente Agende 21 Locali italiane

*Il Patto dei Sindaci: i fondi europei come catalizzatore per investimenti nell'energia sostenibile nelle città*

**Andrea Accorigi**, Ufficio del Patto dei Sindaci, Bruxelles

*Fondi strutturali EU 2014-2020*

Regione Emilia-Romagna

*Il Patto dei Sindaci e la politica nazionale del clima*

**Paola Giannarelli**, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

*La politica energetica nazionale e i territori*

**Francesco Ferrante**, Vicepresidente Kyoto Club

*Presentazione, discussione e approvazione del documento finale*

*"In rete per il Patto dei Sindaci 2.0"*

Presentano: **Emanuele Burgin** e **Karl-Ludwig Schibel**

nell'ambito del progetto

**NETCOM**  
NETworking the Covenant Of Mayors



Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

# DA OLBIA ALLE FILIPPINE L'ECCEZIONE CHE NON C'È

**D**iciannove novembre 2013, mentre questa rivista sta per andare in stampa con un numero monografico su cambiamento climatico e strategie di adattamento e mitigazione, la scure del maltempo si abbatte sulla Sardegna e sul mondo con le vesti di un'eccezionalità che si ripete uccidendo e devastando, da Olbia agli Stati Uniti alle Filippine. Da 400 a 470 mm di pioggia in 12 ore su un'area vasta della Sardegna con devastazioni e morti: un evento con intensità, connotati e capacità distruttiva di un ciclone tropicale. Il dramma della Sardegna colpisce in tutta la sua straordinarietà, ma questi eventi si possono già dare come acquisiti nella fenomenologia tipica dell'autunno dei prossimi anni, anche sulla scorta di quanto già avvenuto. Sono eventi che si possono definire eccezionali per una data località, ma su un territorio nazionale assumono drammaticamente i caratteri della regola.

Non è possibile attribuire ogni singolo nubifragio al cambiamento climatico, ma l'osservazione degli ingredienti fisici che concorrono alla formazione di tali eventi intensi mostra un deciso aumento delle situazioni favorevoli allo sviluppo degli

stessi nell'area mediterranea. La temperatura media dei mari sta aumentando e in particolare quella del Mediterraneo nei mesi autunnali, così come aumenta la temperatura delle masse d'aria subtropicali. In ottobre e novembre la temperatura media superficiale del Mediterraneo è aumentata di circa 1.5°C rispetto agli anni 80-90, con un forte aumento dal 2010. Ne consegue che aumenta anche l'instabilità termodinamica e il contenuto di vapor d'acqua in atmosfera, vero combustibile primario dei sistemi temporaleschi.

Questo meccanismo di intensificazione delle precipitazioni sta accadendo anche a livello globale, con un'accentuazione della stagione monsonica o della frequenza dei tornado o dell'intensità dei cicloni tropicali, come abbiamo visto recentemente con il devastante supertifone Haiyan, che potrebbe risultare la tempesta più violenta che abbia mai toccato terra, con venti che hanno sfiorato i 320 km/h e mareggiate devastanti, con la marea salita di ben 4 metri. Il Quinto rapporto Ipcc conferma: estati sempre più calde, lunghe e siccitose e, al contrario, l'autunno e la stagione invernale con precipitazioni sempre più violente.

Tutto ciò va messo nel conto e impone drammaticamente alla politica, alle diverse scale, tre aree d'intervento integrate fra loro sulle quali decidere in fretta: adottare strategie globali e locali di mitigazione, strategie e azioni concrete di adattamento, efficaci sistemi di allerta e di comunicazione del rischio, in grado di mettere in sicurezza le popolazioni. Lo stesso potenziamento di un sistema meteorologico efficace, diffuso a rete sul territorio e integrato con la protezione civile non è un lusso ma una necessità primaria. Si sa, trovare le risorse è difficile, ma non agire e riparare i danni costa di più, in un rapporto di oltre 3 a 1. La scelta è quindi obbligata e sta nell'utilizzare al meglio e al massimo i fondi strutturali europei per mitigazione e adattamento, contribuendo con ciò a rilanciare e a reindirizzare l'economia con la prevenzione di danni che gli eventi estremi drammaticamente ci riproporranno.

I temi proposti in questo numero di *Ecoscienza* intendono rappresentare una raccolta integrata di almeno parte del migliore pensiero scientifico italiano, atto a supportare una necessaria inversione di tendenza.

# È L'UOMO A CAMBIARE IL CLIMA LA SCIENZA CONFERMA

IL PRIMO VOLUME DEL QUINTO RAPPORTO DI VALUTAZIONE (AR5) DELL'IPCC RAPPRESENTA UN FORTE CONSOLIDAMENTO DEL RUOLO DEGLI EFFETTI ANTROPOGENICI SUL SISTEMA CLIMATICO. SI CONFERMA L'AMPIEZZA DELLE VARIAZIONI DEL CLIMA DEL PIANETA GIÀ AVVENUTE E ATTESE PER I PROSSIMI DECENNI.



L'ipcc (*International panel for climate change*) è stato istituito dalle Nazioni unite (Unep e Wmo) nel 1988 a seguito della crescente richiesta da parte dei Paesi di tutto il mondo di comprendere meglio le sfide scientifiche e politiche poste dai cambiamenti climatici. La missione dell'ipcc è quella di redigere e aggiornare le valutazioni della scienza e di fungere da interfaccia tra la scienza e i decisori politici. Ipcc è costituito da tre gruppi di lavoro (Gdl): il primo Gdl (Wg1) ha il compito di descrivere le basi scientifiche della scienza climatica, le osservazioni, i modelli di simulazione, le attribuzioni delle cause. Il secondo Gdl (Wg2) descrive gli impatti, la vulnerabilità e l'adattamento ai cambiamenti climatici; infine il terzo Gdl (Wg3) si occupa delle politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici. Il *Summary for Policymakers* (Spm) del Wg1 è stato presentato a Stoccolma il 27 settembre 2013 ed è stato il prodotto di un attento lavoro di revisione realizzato da un gruppo selezionato di esperti esterni e di esperti governativi. Alla sessione plenaria finale, i paesi membri Ipcc hanno approvato "linea per linea" il testo del Spm che è divenuto quindi un documento molto

## IL QUINTO RAPPORTO DI VALUTAZIONE IPCC

### PUBBLICATO IL PRIMO RAPPORTO, IN ARRIVO NEL 2014 GLI ALTRI

Con l'uscita del rapporto "*Climate change 2013. The Physical Science Basis*" è iniziata la pubblicazione dei documenti del Quinto rapporto di valutazione dell'ipcc. Il volume contiene le conclusioni del gruppo di lavoro sugli aspetti scientifici del sistema climatico e del cambiamento climatico (Wg1). Il rapporto completo è scaricabile dal sito web dell'ipcc all'indirizzo [http://bit.ly/IPCC\\_WG1](http://bit.ly/IPCC_WG1).

La sintesi per i decisori politici è scaricabile da [http://bit.ly/WG1\\_SPM](http://bit.ly/WG1_SPM). Una presentazione in italiano è disponibile sul sito del Cmcc, focal point di ipcc per l'Italia (<http://www.cmcc.it/it/ipcc-focal-point>).

I prossimi appuntamenti ipcc per l'approvazione dei rapporti degli altri gruppi di lavoro: a marzo 2014 è prevista la conclusione dei lavori del Wg2 (Impatti, adattamento e vulnerabilità), ad aprile 2014 quella del Wg3 (Mitigazione).

Il rapporto di sintesi (Syr) e la sintesi per i decisori politici (Spm) del Quinto rapporto di valutazione saranno approvati nella sessione che si terrà a Copenhagen dal 27 al 31 ottobre 2014.



rilevante di supporto ai *policymaker*, dal momento che, quando i paesi membri dell'Ipcc approvano sia il Spm che i rapporti completi, confermano la legittimità dei loro contenuti scientifici.

Dall'analisi dei contenuti scientifici del Spm emerge, come conclusione fondamentale, un forte consolidamento del ruolo degli effetti antropogenici sul sistema climatico. I vari aspetti dei cambiamenti climatici sono descritti in maniera molto più "robusta" di quanto accaduto in passato, attraverso una più ampia serie di evidenze osservative e una più approfondita analisi delle incertezze insite in queste misure. Si trova ad esempio un'analisi molto attenta e più dettagliata degli effetti delle nuvole, degli aerosol, delle radiazioni cosmiche, nonché di importanti processi e fenomeni come, ad esempio, i monsoni o le anomalie di El Niño/La Niña sui cambiamenti climatici. Dal punto di vista degli scenari climatici futuri, in questo ultimo rapporto del Wg1 sono descritti i risultati ottenuti da un numero molto maggiore di simulazioni numeriche, realizzate da una nuova generazione di modelli climatici molto avanzati, gli *Earth System Models*, sia per quanto concerne le proiezioni climatiche a corto termine (orizzonte temporale 2016-2035), sia per quelle di lungo periodo (2086-2100). Infine viene anche rilasciato un Atlante completo delle proiezioni climatiche globali e regionali descritte. Un grande sforzo è stato inoltre compiuto, come già accennato in precedenza, per valutare le incertezze scientifiche, dove per la prima volta tutti i rapporti dell'Ar5 applicano analoghi approcci per comunicare il livello di incertezza, sia in maniera qualitativa, valutando ad esempio il livello di accordo tra la varia letteratura scientifica, sia con un approccio più quantitativo, mediante una più solida analisi statistica delle osservazioni e dei risultati delle simulazioni modellistiche. Dall'analisi del rapporto del Wg1 si conferma la solidità della Scienza del clima, nonché l'ampiezza delle variazioni del clima del pianeta già avvenute e attese per i prossimi decenni. Non sembrano più sussistere sorprese: la maggiore mole di dati e dei risultati modellistici confermano e rafforzano la conclusione che, con "estrema probabilità", la causa dominante del riscaldamento osservato fin dalla metà del XX secolo sia costituita dalle attività umane.

Il riscaldamento globale è inequivocabile e non si è per nulla interrotto o rallentato, come si è talvolta letto ad esempio in certa stampa, soprattutto nazionale, quanto meno "affrettata": dal 1950 a oggi

FIG. 1  
AUMENTO DI TEMPERATURA

Anomalia della temperatura media globale rispetto al periodo 1961-1990. Nel grafico in basso i dati sono rappresentati come medie decennali.

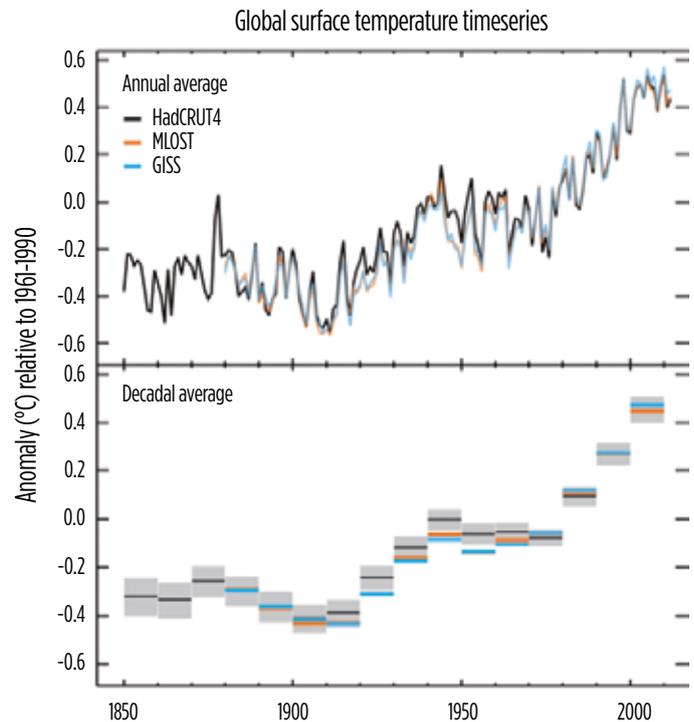
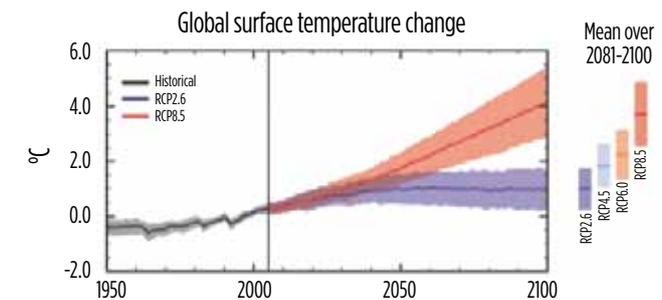


FIG. 2  
SCENARI DI CAMBIAMENTO DELLA TEMPERATURA

Scenari di cambiamento della temperatura al variare degli scenari di emissione di gas serra



TAB. 1  
AUMENTO DI TEMPERATURA

Variazioni di temperatura a scala globale simulate per fine secolo nei quattro scenari dell'Ar5 di Ipcc.

Scenario	Aumento di temperatura rispetto al periodo 1986-2005	Aumento di temperatura rispetto al periodo preindustriale
RCP2.6	0.3 °C - 1.7 °C	1 °C - 2.3 °C
RCP4.5	1.1 °C - 2.6 °C	1.7 °C - 3.3 °C
RCP6.0	1.4 °C - 3.1 °C	2 °C - 3.7 °C
RCP8.5	2.6 °C - 4.8 °C	3.2 °C - 5.4 °C

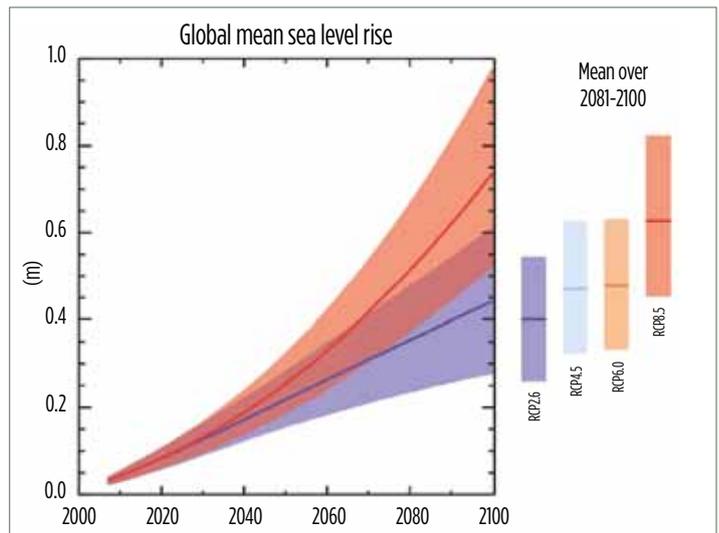
sono stati osservati cambiamenti in tutti i comparti del sistema climatico terrestre. L'atmosfera e l'oceano si sono riscaldati, l'estensione e il volume dei ghiacci si sono ridotti, il livello del mare si è innalzato. E molti di questi cambiamenti non trovano riscontro negli scorsi due millenni. L'Ar5 giudica questo riscaldamento globale "virtualmente certo" (probabilità >99%). Gli ultimi tre decenni sono stati i più caldi dal 1850, quando sono iniziate le misure termometriche a livello globale. Il periodo 1983-2012 è stato probabilmente il trentennio più caldo degli ultimi 1400 anni ("confidenza media"). La temperatura media globale nel periodo 1880-2012 è aumentata di

0.85 °C (figura 1). È praticamente certo che l'oceano superficiale si sia riscaldato durante gli ultimi decenni del 1971-2010. Si nota un aumento di frequenza di occorrenza degli eventi estremi (v. anche l'articolo a pag. 26) a partire dagli anni 50 del secolo scorso. È probabile che il numero di giorni e notti fredde sia diminuito mentre, al contrario, si denota un aumento dei giorni e delle notti calde. Si rileva inoltre un probabile aumento di frequenza di occorrenza delle ondate di calore in diverse aree del pianeta tra le quali l'Europa e, analogamente, un aumento dell'intensità delle precipitazioni in molte aree europee e del Nord America.

Forse la conclusione più solida di questo ultimo report è la sottolineatura della ormai estrema probabilità (al 95-100%) che almeno la metà dell'aumento della temperatura superficiale negli ultimi 60 anni sia stato causato dalle attività umane, attraverso l'effetto antropogenico sul clima delle emissioni di gas serra, degli aerosol e dei cambiamenti nell'uso dei suoli. Nel futuro c'è da attendersi che le emissioni continue di gas a effetto serra potranno causare un ulteriore riscaldamento e cambiamenti in tutte le componenti del sistema climatico. L'entità delle modifiche climatiche che emergono dalle simulazioni modellistiche dipendono molto dalla scelta degli scenari di emissione. Non v'è più alcun dubbio che le modifiche del clima globale potranno durare per secoli, dal momento che le emissioni di gas serra stanno continuando a crescere e non si denota ancora un sostanziale cambiamento di direzione, probabilmente anche per la scarsa efficacia degli accordi inter-governativi. Il riscaldamento causerà cambiamenti nella temperatura dell'aria, degli oceani, nel ciclo dell'acqua, nel livello dei mari, nella criosfera, in alcuni eventi estremi e nella acidificazione oceanica. Molti di questi cambiamenti persisteranno per molti secoli. L'entità delle variazioni di temperatura a scala globale simulate per fine secolo variano da 2 a 4 gradi; il Quinto rapporto mostra 4 scenari di aumento di temperatura media globale alla superficie alla fine di questo secolo (media 2081-2100). In particolare lo scenario RCP2.6 prevede riduzioni pesantissime delle emissioni entro pochi decenni, mentre lo scenario RCP8.5 è uno scenario estremo che non prevede riduzioni. Gli scenari RCP4.5 e RCP 6.0 sono scenari intermedi. Gli aumenti di temperatura rispetto al periodo 1986-2005 saranno probabilmente quelli indicati in *tabella 1*. Da notare che il periodo 1986-2005 è già più caldo (circa 0.6 °C) rispetto al periodo preindustriale, per cui gli

FIG. 3  
SCENARI DI  
INNALZAMENTO  
DEI MARI

Altezza prevista del livello dei mari per i vari scenari di emissione.



TAB. 2  
INNALZAMENTO DEL  
LIVELLO DEL MARE

Innalzamento del livello globale medio marino simulato per il 2100 nei quattro scenari dell'Ar5 di Ipcc.

Scenario	Innalzamento del livello del mare rispetto al livello medio 1986-2005	Innalzamento del livello del mare rispetto al periodo preindustriale
RCP2.6	0.26-0.55 m	0.41-0.69 m
RCP4.5	0.32-0.63 m	0.47-0.78 m
RCP6.0	0.33-0.63 m	0.48-0.78 m
RCP8.5	0.45-0.82 m	0.60-0.97 m

aumenti previsti delle temperature, rispetto ai periodi preindustriali, sono superiori.

Un altro risultato molto solido è quello relativo al livello del mare dove per fine secolo le diverse catene modellistiche climatiche prevedono aumenti dell'ordine di 50-80 cm. Il livello globale medio marino continuerà a crescere durante il XXI secolo e le nuove proiezioni descritte dall'Ar5 appaiono più adeguate rispetto a quelle presentate nell'Ar4. L'innalzamento del livello medio globale marino per il 2100, rispetto al livello medio 1986-2005, sarà "probabilmente" nel range indicato in *figura 3* e *tabella 2*. Questo innalzamento si aggiunge ai 15 cm già registrati nel periodo 1986-2005. I ghiacci continueranno a fondere nel corso del secolo, secondo tutti gli scenari,

e addirittura con gli scenari più estremi (RCP8.5) potrebbe essere possibile una completa fusione stagionale del ghiaccio Artico a fine estate entro la metà del secolo. Infine il ciclo idrologico sarà influenzato in modo crescente dal cambiamento climatico, anche se con notevoli differenze a scala regionale. Nelle aree equatoriali e alle alte latitudini potranno verificarsi dei maggiori apporti pluviometrici, con una intensificazione dei fenomeni estremi e susseguenti piene fluviali; al contrario le aree tropicali aride andranno verosimilmente incontro a precipitazioni sempre minori.

**Carlo Cacciamani**

Responsabile Servizio IdroMeteoClima, Arpa Emilia-Romagna



CONFERENZA INTERNAZIONALE SUL CLIMA REGIONALE

# CORDEX 2013, A BRUXELLES SI INCONTRANO SCIENZA E GOVERNO DEI TERRITORI

Dal 4 al 7 novembre si è svolta a Bruxelles la conferenza internazionale Cordex 2013, un appuntamento ormai fisso che fa il punto sullo stato attuale e futuro della modellistica del clima a scala regionale e locale e che riunisce buona parte della comunità internazionale dei climatologi che sviluppano la loro ricerca di settore all'interno dell'esperimento Cordex (*Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment*). Tale esperimento, nato qualche anno fa e diventato parte integrante del Programma di ricerca Wcrp (*World Climate Research Programme*) della *World Meteorological Organization* (Wmo), ha come focus lo sviluppo e il coordinamento di tutte le iniziative che, nei diversi Paesi del mondo, si propongono di migliorare lo stato della conoscenza sul clima globale e locale, attraverso il continuo miglioramento delle tecniche di modellazione del clima. Particolare attenzione è rivolta alla gestione delle incertezze relative agli scenari climatici di fine XXI secolo e alla valutazione dettagliata degli impatti del cambiamento del clima a scala regionale e locale sui diversi settori ambientali e territoriali, nonché sulle attività dell'uomo. Cordex cerca di raccordare le esperienze scientifiche degli scienziati del clima con le necessità di *governance* degli amministratori su territori sempre più vulnerabili e promuove lo sviluppo di studi trasversali e multidisciplinari che coinvolgono scienziati, sociologi, economisti e comunicatori, in modo da sviluppare il tema della gestione dell'incertezza, che ha sicuramente contribuito a indebolire fino a oggi l'applicazione decisa di politiche adeguate.

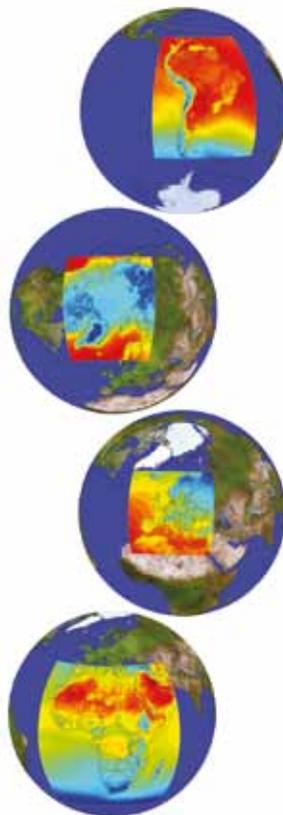
Il convegno Cordex 2013, che si è svolto grazie alla volontà congiunta dell'ipcc (Wg1 e Wg2) e della Divisione Clima della Commissione europea, è stato aperto da una giornata di "alto" dialogo tra scienziati, politici e *stakeholder*, che hanno tutti a diverso titolo e con diversa enfasi sottolineato

come sia indifferibile l'adozione di politiche concrete sia sulla mitigazione, volte alla riduzione delle emissioni di gas serra, sia sull'adattamento, finalizzate a una riduzione degli impatti dovuti ai cambiamenti climatici.

Per Arpa Emilia-Romagna erano presenti a Bruxelles il direttore generale Stefano Tibaldi, il direttore del Servizio IdroMeteoClima Carlo Cacciamani e la climatologa Rodica Tomozeiu, che ha presentato i lavori sviluppati da Arpa-Simc negli ultimi anni sugli scenari di cambiamento climatico alle scale del Nord Italia e della Regione Emilia-Romagna e che sono fondamentali perché propedeutici agli studi di impatto. Alla tavola rotonda dei diversi *stakeholder*, che operano nelle amministrazioni nazionali e locali, ha partecipato anche Giuseppe Bortone, direttore generale Ambiente, suolo e difesa della costa della Regione Emilia-Romagna, che ha sottolineato quanto sia forte l'interesse della Regione per i temi connessi al clima e ai suoi impatti, considerata anche la vulnerabilità del territorio emiliano-romagnolo agli impatti del *climate change*, e come sia quindi necessario promuovere quelle strategie che permettano di rispettare le logiche di sviluppo sostenibile, salvaguardando al tempo stesso il territorio e l'ambiente e diminuendo le condizioni di rischio. A tal fine è stata sottolineata la necessità di un *Osservatorio regionale sul cambiamento climatico* che possa costituire una base per lo sviluppo, il coordinamento e la valutazione delle politiche regionali di adattamento e mitigazione, realizzate anche attraverso i fondi strutturali 2013-2020, ricordando che investire per l'adattamento significa anche promuovere nuovo sviluppo per un'economia che ha bisogno di crescita.

Altre informazioni sull'evento e le presentazioni dei relatori sono disponibili sul sito di Cordex 2013 (<http://cordex2013.wcrp-climate.org/index.shtml>).

FOTO: ANTONIO SOTO



# LA STRATEGIA DI ADATTAMENTO DELL'UNIONE EUROPEA

SE PER L'UNIONE EUROPEA LA MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI È MATERIA CONSOLIDATA, L'ESIGENZA DI ADEGUARE LE PROPRIE POLITICHE SETTORIALI PERSEGUENDO INIZIATIVE DI ADATTAMENTO È UN TEMA RECENTE E IN RAPIDA EVOLUZIONE. GLI ORIENTAMENTI E GLI OBIETTIVI ENTRANO IN MOLTI DIVERSI SETTORI SU CUI È NECESSARIO INTERVENIRE.

L'Unione Europea è grandemente impegnata in iniziative di adattamento mirate a rafforzare la resilienza ai cambiamenti climatici che siano complementari alle azioni di mitigazione per ridurre le emissioni di gas a effetto serra, attraverso l'adozione di strategie su entrambi i fronti. Mentre infatti da un lato continua la battaglia politica per mantenere l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli pre-industriali (circa 1.2°C rispetto a oggi) e prevenire così ulteriori impatti negativi dei cambiamenti climatici, dall'altro l'Ue riconosce l'esigenza di adeguare le politiche settoriali europee ai cambiamenti inevitabili che si stanno già manifestando.

## Il Pacchetto clima ed energia

Il cosiddetto *Pacchetto clima ed energia* del 2008 rappresenta l'attuazione, attraverso l'adozione di appositi strumenti legislativi, della strategia europea comune su energie rinnovabili, efficienza energetica e mitigazione delle emissioni di gas-serra. Questa strategia ha come obiettivo la riduzione dei gas-serra del 20% (rispetto ai livelli del 1990) entro il 2020, o del 30% in caso di accordo internazionale che includa tutti i paesi considerati grandi emettitori, anche quelli in via di sviluppo come India e Cina. L'Ue e i suoi membri adempiono così agli obiettivi internazionali di mitigazione fissati dal Protocollo di Kyoto e ricoprono un ruolo pro-attivo mirato ad ampliare le ambizioni di mitigazione dei governi nel corso dei negoziati sul futuro accordo sul clima in seno alla Convenzione quadro sui cambiamenti climatici delle Nazioni unite (Unfccc). Inoltre, l'Ue completa questa strategia puntando a ridurre i consumi energetici del 20% tramite un aumento dell'efficienza energetica e a soddisfare il 20% del fabbisogno energetico europeo con energia da fonti rinnovabili.



## La strategia di adattamento

Mentre la mitigazione è materia consolidata all'interno della politica climatica europea, l'adattamento è un tema relativamente recente e in rapida evoluzione. La strategia europea di adattamento ai cambiamenti climatici è stata approvata ufficialmente dalla Commissione europea con una presentazione pubblica alle istituzioni e alla comunità scientifica il 16 aprile 2013 a Bruxelles. Questo evento ha rappresentato il culmine di circa quattro anni di lavori preparatori iniziati con la pubblicazione del *Libro bianco sull'adattamento* nell'aprile del 2009. La strategia consiste in un pacchetto di tredici documenti: l'atto principale è la comunicazione *Una strategia dell'Unione Europea per l'adattamento ai cambiamenti climatici*, che descrive gli obiettivi e una serie di azioni concrete da intraprendere da parte della

Commissione lungo tre assi prioritari, al fine di forgiare un'Europa più resiliente agli impatti dei cambiamenti climatici. Questo documento fondamentale è accompagnato da una serie di rapporti tecnici, linee guida e documenti informativi su specifici settori e aree politiche di interesse per la strategia, come le questioni costiere e marine, le assicurazioni contro le catastrofi naturali, la salute, le infrastrutture, l'emigrazione legata al degrado ambientale, le strategie nazionali e le politiche di coesione e di sviluppo rurale.

Per raggiungere l'obiettivo generale, ovvero contribuire a un'Europa resiliente, tre obiettivi principali sono stati proposti dalla Commissione:

1. incoraggiare e sostenere l'azione di adattamento da parte degli stati membri
2. garantire processi decisionali di adattamento consapevoli
3. rendere l'azione dell'Ue "a prova di clima" e promuovere l'adattamento

in settori che sono particolarmente vulnerabili.

Pur riflettendo la struttura preliminarmente delineata nel Libro bianco, la strategia lascia fuori gli aspetti internazionali dell'adattamento, dal momento che questi sono ritenuti essere adeguatamente affrontati nel quadro della cooperazione allo sviluppo e attraverso i meccanismi dell'Unfccc. Una maggiore attenzione è invece rivolta alle questioni transfrontaliere e a quei settori che sono strettamente integrati a livello europeo attraverso politiche comuni.

Per quanto riguarda il primo obiettivo, la Commissione incoraggia tutti gli Stati Membri a sviluppare strategie di adattamento nazionali che siano coerenti con i piani nazionali per la gestione del rischio di disastri naturali e tengano più in considerazione gli aspetti transfrontalieri degli impatti dei cambiamenti climatici. Assieme alla strategia infatti la Commissione ha presentato precise linee guida indirizzate ai governi per aiutarli a sviluppare, attuare e rivedere le loro strategie e piani nazionali di adattamento attraverso una metodologia comune, pur ammettendo che non esiste una "taglia unica" per i diversi paesi. Adeguato sostegno finanziario sarà fornito in questo senso attraverso il meccanismo di finanziamento europeo Life, soprattutto riservato a progetti che tocchino tematiche trasversali, transfrontaliere e di adattamento intersettoriale. La Commissione contribuirà allo scambio di informazioni e di buone pratiche di adattamento a vari livelli. In particolare sosterrà le città europee verso la preparazione di strategie di adattamento locali, invitandole a impegnarsi sul modello del Patto dei Sindaci. Rispetto al secondo obiettivo, la Commissione cercherà di colmare le lacune conoscitive in materia di adattamento attraverso *Horizon 2020*,

il futuro programma di finanziamento dedicato alla ricerca e all'innovazione. Inoltre, verrà ulteriormente rafforzata Climate-Adapt, la piattaforma europea sull'adattamento, con un migliore accesso alle informazioni e una maggiore interazione con le altre piattaforme online.

Per quanto riguarda il terzo obiettivo, la Commissione proseguirà il suo lavoro per integrare l'adattamento nei programmi e negli investimenti delle politiche dell'Ue. In particolare, questo verrà fatto per la Politica agricola comune (Pac), la Politica di coesione e la Politica comune della pesca, per le quali la Commissione ha predisposto manuali tecnici, finalizzati ad assistere le autorità competenti e i vari portatori di interesse a sfruttare gli strumenti legali e amministrativi disponibili.

### Il budget per il clima e il monitoraggio dei progressi

Già nel 2011 la Commissione aveva proposto di integrare le questioni relative a un'economia a basse emissioni di carbonio e alla costruzione di capacità di resilienza nel prossimo quadro finanziario pluriennale dell'Ue 2014-2020, cosa che faciliterebbe il flusso dei contributi per l'adattamento. La proposta comprende lo stanziamento del 20% del budget generale per il clima e l'integrazione delle considerazioni relative ai cambiamenti climatici nelle decisioni di allocazione finanziaria di tutti i fondi europei. Inoltre, la Commissione farà in modo che l'Europa possa contare su infrastrutture più resistenti attraverso una revisione delle norme in materia di energia, trasporti e costruzioni. Infine, nel mercato europeo sarà promosso l'uso di assicurazioni per la protezione contro le catastrofi naturali e lo sviluppo di altri

prodotti finanziari per la gestione del rischio.

La strategia di adattamento europea prevede una particolare procedura per il monitoraggio dei progressi. La Commissione ha iniziato a elaborare un *quadro di valutazione per la preparazione all'adattamento* per valutare il grado di consapevolezza e di azione dei paesi verso l'adattamento, attraverso una serie di indicatori chiave che aiutino a determinare se la qualità e la copertura delle strategie nazionali di adattamento sia sufficiente. Tale valutazione sarà effettuata entro il 2017, sulla base del suddetto quadro di valutazione e delle comunicazioni nazionali relative alle azioni di adattamento fornite nell'ambito del recentemente emendato *Meccanismo di monitoraggio* (Regolamento Ue n. 525/2013, art.15). Se il progresso degli Stati membri in termini di adattamento sarà considerato insoddisfacente, la Commissione prenderà in considerazione la proposta di uno strumento giuridicamente vincolante per imporre politiche di adattamento nei paesi, come ad esempio una Direttiva sull'adattamento. Tuttavia, nel corso del processo di consultazione preliminare è stato segnalato che alcuni stati membri potrebbero opporsi a un atto legislativo dell'Ue come un mezzo per promuovere l'adozione di strategie nazionali di adattamento. Oltre alla prevista valutazione dei progressi nazionali, la Commissione presenterà una relazione al Parlamento europeo e al Consiglio europeo sullo stato di attuazione della strategia stessa che verrà sottoposta a revisione, se necessario, entro il 2018.

#### Sara Venturini

Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc)



## I DOCUMENTI EUROPEI

L'UNIONE EUROPEA DI FRONTE AI CAMBIAMENTI CLIMATICI  
LE STRATEGIE DI MITIGAZIONE E ADATTAMENTO

Prevenire i pericoli potenziali del cambiamento climatico è una priorità strategica per l'Unione europea, che da diversi anni ha nella sua agenda una consistente riduzione delle emissioni di gas serra per contenere il galoppante riscaldamento globale con politiche di mitigazione e più recentemente ha cominciato a sviluppare strategie di adattamento, per rafforzare la resilienza degli stati europei agli impatti inevitabili del *climate change*. Per l'Unione europea frenare la corsa del cambiamento climatico comporta dei costi, ma non agire potrebbe rivelarsi molto più costoso nel lungo termine. Investire nelle *green technologies* che riducono le emissioni potrebbe inoltre dare una spinta all'economia, creare nuovi posti di lavoro e incrementare la competitività dell'Europa.

La Commissione europea ha avviato delle iniziative in materia di clima già dal 1991. Nel giugno del 2000 è stato approvato il primo Programma Europeo sul Cambiamento Climatico (Eccp), sviluppato dal 2000 al 2004 e nell'ottobre 2005 è partito il secondo Programma, Eccp II.

**Documenti chiave dell'European Climate Change Programme - ECCP**

[http://bit.ly/ECCP\\_EU](http://bit.ly/ECCP_EU)

**Mitigazione: obiettivi al 2050**

L'Ue si è prefissa degli obiettivi per ridurre progressivamente le sue emissioni di gas serra in diverse tappe fino al 2050.

Nel periodo del Protocollo di Kyoto ([http://bit.ly/EU\\_Kyoto](http://bit.ly/EU_Kyoto)), i 15 Paesi appartenenti all'Ue prima del 2004 hanno fissato un obiettivo di riduzione collettiva delle emissioni tra il 2008 e il 2012 dell'8% in meno rispetto ai livelli del 1990. Per ciascuno degli Stati membri è stato poi definito un target nazionale vincolante per la riduzione delle emissioni.

Tra gli obiettivi da raggiungere entro il 2050 si prevede di ridurre le emissioni di gas serra dell'80-95% rispetto ai livelli del 1990, di rendere l'Europa una società a bassa emissione di carbonio, di investire nell'innovazione e nelle "tecnologie pulite", promuovere la crescita del lavoro nel settore della green economy e diminuire drasticamente l'inquinamento dell'aria nelle città europee.

**Roadmap per un'economia competitiva a bassa impronta ecologica per il 2050**

<http://bit.ly/roadmap2050>

[http://bit.ly/roadmap2050\\_com](http://bit.ly/roadmap2050_com)

**GLI STEP FINO AL 2050****2020 - Pacchetto clima-energia 20-20-20**

La Strategia europea 2020 (<http://bit.ly/Eu2020>) intende promuovere una crescita economica intelligente, sostenibile e inclusiva, focalizzandosi su cinque ambiziosi obiettivi nelle aree dell'occupazione, dell'innovazione, dell'educazione, della riduzione della povertà e del clima/energia.

Il pacchetto clima-energia 20-20-20 ([http://bit.ly/Eu2020\\_package](http://bit.ly/Eu2020_package)) è un piano che prevede provvedimenti legalmente vincolanti per l'Unione europea per raggiungere entro il 2020:

- il 20% in meno di emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990

- il 20% di energia da fonti rinnovabili prodotta sul fabbisogno energetico europeo totale

- il 20% in meno di consumi energetici attraverso un aumento dell'efficienza energetica.

**Documenti e report della Strategia 2020**

[http://bit.ly/Eu2020\\_docs](http://bit.ly/Eu2020_docs)

Per garantire che la strategia sia adottata dai Paesi membri, è stato pianificato un sistema efficace di *governance* economica per coordinare le politiche all'interno dell'Ue con il livello nazionale.

**Raccomandazioni della Strategia 2020 per l'Italia**

[http://bit.ly/Eu2020\\_Italy](http://bit.ly/Eu2020_Italy)

Ogni Stato presenta un documento che definisce gli step (dei successivi 3-4 anni) verso gli obiettivi del 2020, in accordo con il Patto di stabilità.

**Programma di riforme per l'Italia**

[http://bit.ly/Eu2020\\_It\\_prog](http://bit.ly/Eu2020_It_prog)

**Altri documenti del 20-20-20**

*Eu Ets - Emission Trading System*

[http://bit.ly/EU\\_ETS](http://bit.ly/EU_ETS)

**Direttiva emissioni**

[http://bit.ly/dir\\_emissioni](http://bit.ly/dir_emissioni)

**Obiettivi Energie rinnovabili**

[http://bit.ly/ob\\_rinn](http://bit.ly/ob_rinn)

**Framework per il 2030**

La Commissione europea sta sviluppando un framework per orientare le politiche europee in tema di clima ed energia per raggiungere specifici obiettivi entro il 2030.

Un *Green paper* lanciato dalla Commissione nel marzo 2013



FOTO: INTERNATIONAL RIVERS - ELKOR - CC

ha avviato una consultazione pubblica sui contenuti del *framework* aperta agli Stati membri, alle istituzioni dell'Ue e agli *stakeholder*. Nel summit della primavera del 2014 saranno discussi gli esiti della consultazione, che si è conclusa nel luglio 2013.

**Framework 2030 per le politiche sul clima e sull'energia**  
<http://bit.ly/framework2030>

## Adattamento: la Strategia europea di adattamento ai cambiamenti climatici

L'adattamento è un tema relativamente recente nelle politiche dell'Unione europea.

Il 16 aprile 2013 la Commissione ha adottato la *Strategia europea di adattamento al cambiamento climatico*.

La strategia, che fa seguito al *Libro bianco sull'adattamento* pubblicato nel 2009, mira a rafforzare il livello di preparazione e la capacità di reazione agli impatti del cambiamento climatico a livello locale, regionale, nazionale e dell'Unione. Il pacchetto della strategia è composto da un documento politico principale, la Comunicazione *Una strategia dell'Unione Europea per l'adattamento ai cambiamenti climatici* - che descrive gli obiettivi - e da una serie di rapporti tecnici, linee guida e documenti informativi su specifici settori come la salute, le infrastrutture, le questioni legate al mare e alla costa, le assicurazioni contro le catastrofi naturali, l'emigrazione dovuta alle crisi ambientali, le strategie nazionali e le politiche di coesione e di sviluppo rurale.

Uno degli obiettivi chiave della strategia consiste nell'aumentare la resilienza di alcuni settori vulnerabili, con un'attenzione particolare verso le questioni transfrontaliere e gli ambiti più integrati a livello europeo attraverso politiche comuni. L'integrazione dell'adattamento in tutte le politiche settoriali dell'Ue è, inoltre, considerata un'azione prioritaria, per permettere sinergie e diminuire i costi.

La strategia di adattamento europea prevede una procedura per il monitoraggio dei progressi, attraverso la valutazione di una serie di indicatori chiave, che sarà effettuata entro il 2017. Se il lavoro degli Stati membri in materia di adattamento risulterà insoddisfacente, si prenderanno in considerazione strumenti giuridicamente vincolanti, come ad esempio una Direttiva sull'adattamento.

**Strategia di adattamento dell'Unione Europea**

[http://bit.ly/EU\\_adapt](http://bit.ly/EU_adapt)  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_actions](http://bit.ly/EU_adapt_actions)  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_docs](http://bit.ly/EU_adapt_docs)  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_strategia](http://bit.ly/EU_adapt_strategia)

### ADATTAMENTO, I DOCUMENTI TEMATICI

**SWD (2013) 299 - Principles and recommendations for integrating climate change adaptation considerations under the 2014-2020 European Maritime and Fisheries Fund operational programme**  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_01](http://bit.ly/EU_adapt_01)

**Council conclusions on the EU Adaptation Strategy**  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_02](http://bit.ly/EU_adapt_02)

**COM (2013) 216 - An EU Strategy on adaptation to climate change**  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_03](http://bit.ly/EU_adapt_03)

**SWD (2013) 131 - Summary of the Impact Assessment**  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_04](http://bit.ly/EU_adapt_04)

**SWD (2013) 132 - Impact Assessment Part 1**  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_05](http://bit.ly/EU_adapt_05)

**SWD (2013) 132 - Impact Assessment Part 2**  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_06](http://bit.ly/EU_adapt_06)

**COM (2013) 213 - Green paper on the insurance of natural and man-made disasters**  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_07](http://bit.ly/EU_adapt_07)

**SWD (2013) 133 - Climate change adaptation, coastal and marine issues**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_08](http://bit.ly/EU_adapt_08)

**SWD (2013) 136 - Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_09](http://bit.ly/EU_adapt_09)

**SWD (2013) 137 - Adapting infrastructure to climate change**  
[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_10](http://bit.ly/EU_adapt_10)

**SWD (2013) 138 - Climate change, environmental degradation and migration**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_11](http://bit.ly/EU_adapt_11)

**SWD (2013) 135 - Technical guidance on integrating climate change adaptation in programmes and investments of Cohesion Policy**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_12](http://bit.ly/EU_adapt_12)

**SWD (2013) 139 - Principles and recommendations for integrating climate change adaptation considerations under the 2014-2020 rural development programmes**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_13](http://bit.ly/EU_adapt_13)

**SWD (2013) 134 - Guidelines on developing adaptation strategies**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_14](http://bit.ly/EU_adapt_14)

### ALTRI DOCUMENTI

**Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_15](http://bit.ly/EU_adapt_15)

**IP/13/329 - Strengthening Europe's preparedness against natural and man-made disasters**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_16](http://bit.ly/EU_adapt_16)

**MEMO/13/334 - Questions and Answers: EU strategy on adaptation to climate change**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_17](http://bit.ly/EU_adapt_17)

**MEMO/13/335 - EU strategy on adaptation to climate change - Media resource sheet**

[http://bit.ly/EU\\_adapt\\_18](http://bit.ly/EU_adapt_18)

A cura di **Alessandra De Savino**,  
 collaboratrice Arpa Emilia-Romagna

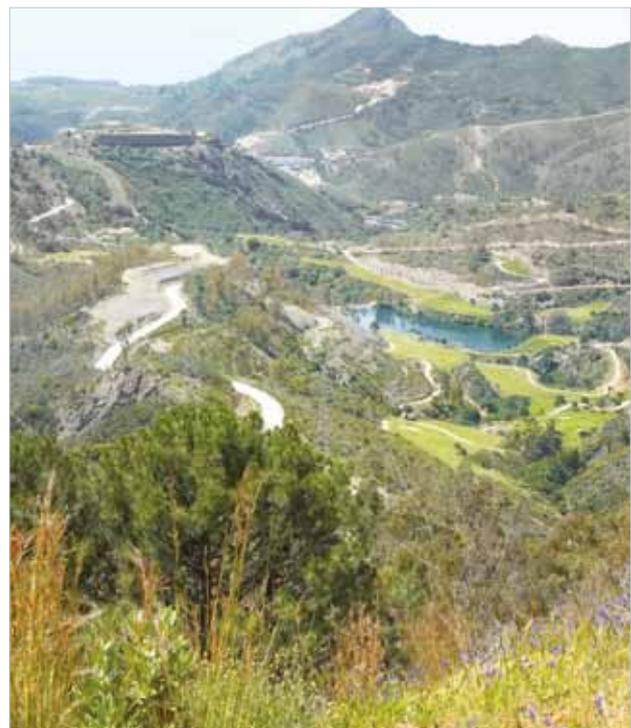


FOTO: DANIELE RUFFINO - FLOCR - CC

# L'ITALIA VERSO LA STRATEGIA NAZIONALE DI ADATTAMENTO

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE HA PRESENTATO LA PROPOSTA DI STRATEGIA NAZIONALE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI, IN LINEA CON LA STRATEGIA EUROPEA. ORA È IN ATTO LA CONSULTAZIONE PUBBLICA PER LA REVISIONE E IL PROCESSO DOVREBBE CHIUDERSI A INIZIO 2014.

Tutti i paesi dell'Europa sono esposti agli impatti dei cambiamenti climatici, ma alcune regioni sono più esposte al rischio di altre e tra queste si colloca il bacino del Mediterraneo, come mostrato nell'ultimo rapporto Eea (*European Environment Agency*) sugli indicatori climatici in Europa (*Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 - An indicator-based report*)<sup>1</sup>. L'Italia quindi si colloca in una area dell'Europa particolarmente vulnerabile ai presenti e attesi impatti dei cambiamenti climatici. Indipendentemente dall'efficacia degli sforzi intrapresi nel campo della mitigazione dei cambiamenti climatici, non ci sono alternative a livello nazionale alle misure di adattamento per affrontare gli inevitabili impatti e i costi economici, ambientali e sociali che comportano.

## La strategia europea punto di riferimento per i paesi membri

Negli ultimi anni sono state intraprese a livello europeo svariate attività riguardanti il supporto alle politiche nazionali, regionali e locali di adattamento ai cambiamenti climatici. Nel marzo 2011 la Commissione europea ha inaugurato la piattaforma europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici (Climate-Adapt, <http://climate-adapt.eea.europa.eu>) che è finalizzata a migliorare il processo decisionale per l'adattamento, e in particolare deve servire da volano per far attivare anche negli stati membri dell'Ue archivi/data base sull'adattamento. Climate-Adapt è attualmente gestita e mantenuta dall'Eea, con la collaborazione dell'*European topic center on climate change impacts, vulnerability and adaptation* (Etc-Cca), un centro "virtuale" di supporto tecnico-scientifico sull'adattamento in Europa sotto il coordinamento del Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc), dal 2011 e che continuerà fino al 2018.

Infine, nell'aprile 2013 sempre la Commissione europea ha adottato e pubblicato la *Strategia europea di adattamento* (Sea)<sup>2</sup> con l'obiettivo principale di rendere l'Europa più resiliente ai cambiamenti climatici mediante una migliore preparazione e capacità di prevenzione del rischio degli impatti dei cambiamenti climatici a livello locale, regionale, nazionale e europeo. La Sea deve essere un

punto di riferimento per le relative strategie nazionali e regionali in Europa già adottate e per quelle in via di preparazione e per i relativi piani di azione. A oggi, 15 Stati membri dell'Ue<sup>3</sup> e uno Stato europeo non membro dell'Ue<sup>4</sup> hanno adottato una *Strategia nazionale di adattamento* (Sna), mentre altri ne hanno intrapreso il percorso di elaborazione. Inoltre, almeno altri 12 stati<sup>5</sup> stanno portando a termine la fase

## CONSULTAZIONE SULLA STRATEGIA NAZIONALE DI ADATTAMENTO

### CONSULTAZIONE PUBBLICA APERTA FINO AL 31 DICEMBRE 2013

*Il ministero dell'Ambiente ha aperto una consultazione pubblica sulla strategia nazionale di adattamento. Si può partecipare on line dal 30 ottobre al 31 dicembre 2013 lasciando il proprio contributo, a partire dal documento preliminare disponibile sulla piattaforma di revisione dedicata.*

Nel 2012 il ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (Mattm) ha avviato il processo per l'elaborazione della Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici che ha visto il coinvolgimento di rappresentanti sia del mondo accademico e scientifico, sia delle amministrazioni centrali e locali.

Questo processo, realizzato con il coordinamento tecnico-scientifico del Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc), ha portato alla predisposizione del documento *Elementi per una Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici*. Per acquisire i punti di vista di tutti i portatori di interesse, il Ministero sottopone il documento alla consultazione pubblica che si concluderà il prossimo 31 dicembre.

Chi desidera aderire deve collegarsi al sito, registrarsi e seguire le istruzioni (<http://cmcc.annotate.co/cmportal/php/login.php>)

Il documento strategico in bozza è disponibile sulla piattaforma di revisione on-line dedicata.

Prima di questa consultazione il Mattm aveva lanciato un questionario on-line dal 1 ottobre al 15 novembre 2012 per conoscere le opinioni della società sui rischi dei cambiamenti climatici e sulle principali necessità di adattamento percepite. Il questionario è stato elaborato da un gruppo di lavoro del Cmcc, e i relativi risultati informeranno le fasi future dello sviluppo della Strategia.




**Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici - Consultazione Pubblica**

HOME

**Benvenuto alla Consultazione Pubblica sulla Strategia Nazionale di Adattamento**

<http://cmcc.annotate.co/cmportal/php/login.php>  
<http://www.minambiente.it/>

di elaborazione e si stanno indirizzando verso l'adozione di una strategia nazionale. All'adozione di alcune strategie ha fatto seguito l'elaborazione dei Piani d'azione di adattamento (Pna), assistendo al riguardo a progressi nell'integrazione delle misure di adattamento nelle politiche settoriali.

## Il percorso avviato in Italia

L'Italia è tra i paesi che stanno elaborando una Sna. A tal fine, nel luglio del 2012, il ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (Mattm) ha affidato al Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc), tramite un Accordo programmatico

“*Elementi per l'elaborazione della Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (Snac)*”, il coordinamento tecnico-scientifico per acquisire le informazioni di base necessarie per elaborare la Sna. Tale coordinamento è stato svolto anche attraverso l'istituzione di un Tavolo tecnico composto da circa cento esperti nazionali provenienti da università, enti di ricerca e fondazioni. Questo tavolo ha raccolto e sintetizzato le informazioni scientifiche su impatti, vulnerabilità e adattamento, disponibili a livello nazionale, in un rapporto tecnico-scientifico; ha elaborato un'analisi della Sea, delle Sna già adottate e dell'*acquis communautaire* e sua attuazione in Italia in un altro rapporto tecnico; sta elaborando un documento strategico, che è la parte

essenziale della Sna. In aggiunta al Tavolo tecnico, il Mattm ha istituito un Tavolo istituzionale composto dai rappresentanti dei ministeri e delle altre istituzioni rilevanti ai fini della elaborazione della strategia (come la Protezione civile, Anci ecc.), che, sulla base del lavoro svolto dal Tavolo tecnico, ha fornito input al processo, contribuendo alla elaborazione dei tre rapporti. I soggetti a vario titolo interessati (*stakeholder*) sono stati coinvolti, fin dall'inizio, in questo processo di elaborazione della Sna mediante un sondaggio con un questionario (effettuato in ottobre-novembre 2012), a cui ha fatto seguito una consultazione on-line del documento strategico (30 ottobre-31 dicembre 2013), oltre ad altre consultazioni in forma di incontri *ad hoc*. Il suddetto processo volto alla definizione della Sna avrà termine nei primi mesi del 2014. La Sna italiana è un passaggio fondamentale per poter avviare la fase di elaborazione di un eventuale Pna. La Sea nel documento “*Linee-guida per sviluppare politiche di adattamento (strategie, piani d'azione e potenzialmente piani settoriali)*”<sup>6</sup> indica chiaramente le fasi necessarie a pervenire a una Sna e a un Pna attivato (vedi *box in questa pagina*). Quando la Sna in corso di elaborazione sarà finalizzata, le prime quattro fasi suggerite dalla Sea saranno in gran parte attuate, mentre mancherà un solo elemento fondamentale evidenziato nella prima fase e costituito dalla realizzazione di una piattaforma nazionale sull'adattamento ai cambiamenti climatici.



### LINEE GUIDA PER L'ADATTAMENTO

Le linee guida per le politiche di adattamento nazionali (CE, 2013), rispecchiando il cosiddetto “*Adaptation Support Tool*” della piattaforma Climate-Adapt, presentano un ciclo politico composto di 6 fasi raccomandate agli stati membri per sviluppare e attuare le proprie strategie di adattamento:

1. preparare il terreno per l'adattamento attraverso la creazione di una serie di assetti istituzionali e attività organizzative (come la realizzazione di una piattaforma nazionale sull'adattamento ai cambiamenti climatici).
2. valutare i rischi e le vulnerabilità ai cambiamenti climatici
3. identificare le opzioni di adattamento
4. valutare le opzioni di adattamento tra cui la valutazione costi-benefici delle misure di adattamento, e lo sviluppo e l'adozione di una strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici
5. attuare la strategia che implica lo sviluppo di un piano di azione e/o di un piano di settore con l'assegnazione dei ruoli e delle responsabilità, assicurando le risorse umane e finanziarie nel lungo termine
6. monitorare e valutare l'attuazione della strategia (piano di azione e/o piano di settore).

### Sergio Castellari

Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc)  
Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia (Ingv)

### NOTE

<sup>1</sup> <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>

<sup>2</sup> [http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation_en.htm)

<sup>3</sup> Finlandia (2005), Spagna (2006), Francia (2007), Ungheria (2008), Danimarca (2008), Olanda (2008), Regno Unito (2008), Germania (2008), Svezia (2009), Belgio (2010), Portogallo (2010), Malta (2012), Irlanda (2012), Austria (2012), Lituania (2012).

<sup>4</sup> Svizzera (2012).

<sup>5</sup> Bulgaria, Cipro, Repubblica Ceca, Estonia, Grecia, Italia, Lettonia, Norvegia, Polonia, Romania, Slovacchia, Slovenia.

<sup>6</sup> [http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd\\_2013\\_134\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_134_en.pdf)

# IL BACINO MEDITERRANEO E LE FRONTIERE DEL CLIMA

L'AREA MEDITERRANEA È PARTICOLARMENTE VULNERABILE IN QUANTO "CONFINE METEOROLOGICO" TRA ZONE DI MEDIE LATITUDINI E AREE TROPICALI. IL CAMBIAMENTO DEL CLIMA COSTITUISCE UN MOLTIPLICATORE DI MINACCE; ACQUA, AGRICOLTURA E TURISMO SONO I FATTORI PIÙ CRITICI. L'INTERVISTA AD ANTONIO NAVARRA, PRESIDENTE DEL CENTRO EURO-MEDITERRANEO SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI.

## INTERVISTA



**Antonio Navarra**

Presidente Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici

### Giancarlo Naldi

*Sappiamo che il climate change non si ripercuote allo stesso modo sul globo e che gli effetti sono molto diversi alle differenti latitudini. Quali sono gli effetti peculiari del cambiamento climatico sul Mediterraneo?*

### Antonio Navarra

L'area del Mediterraneo è particolarmente vulnerabile perché, oltre a rappresentare un confine storico, sociale ed economico, costituisce anche un confine meteorologico, in quanto si trova al bordo fra le zone di medie latitudini e le aree tropicali.

L'oscillazione stagionale fa sì che l'area mediterranea sia inserita in estate nelle zone sub tropicali desertiche e in inverno nelle zone delle medie latitudini.

Questa oscillazione fa sì che si abbiano estati calde con poca acqua.

Questa caratteristica tipica del clima mediterraneo la si trova anche in altre zone del pianeta, ad esempio in California.

Quando ci si trova in una situazione di confine, si diventa vulnerabili nel caso questo confine si sposti. Poche centinaia di km di oscillazione sono del tutto trascurabili su scala globale, diventano

però importanti nelle aree *border line*, perché vasti tratti del Mediterraneo rischiano di stare permanentemente in una delle due zone climatiche, perdendo la caratteristica di alternanza propria del Mediterraneo. Per esempio, il Sud Italia si potrebbe trovare ad avere il clima della Tunisia tutto l'anno.

Gli studi con i modelli numerici indicano che l'effetto principale sul Mediterraneo è un aumento delle temperature e una diminuzione delle precipitazioni invernali. A seconda degli scenari, l'entità di questi effetti cambia. Più è alto il contributo di CO<sub>2</sub>, maggiore è il riscaldamento e maggiore è la diminuzione delle precipitazioni. L'ordine di grandezza si aggira attorno al 20% delle precipitazioni annuali e a diversi gradi di temperatura.

È chiaro che questi valori presentano grosse incertezze, perché i modelli

hanno delle formulazioni imprecise che riflettono le limitazioni della nostra conoscenza e dei metodi numerici, pertanto c'è un'area di incertezza. Il messaggio però è chiaro, abbiamo a che fare con un problema serio, perché l'evento che potrebbe verificarsi è tale da richiedere molta attenzione.

*Dato che rispetto allo scenario mondiale il nostro bacino presenta una maggiore vulnerabilità, le strategie di adattamento e mitigazione che peculiarità presentano?*

Noi abbiamo appena finito un rapporto sull'impatto dei cambiamenti climatici nell'area del Mediterraneo nel quale abbiamo studiato esattamente cosa può succedere.

Una delle cose che abbiamo trovato abbastanza peculiare per quest'area è il fatto che si trova soggetta a molti stress



FOTO: ARCH. PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO

1 La zona delle dune di Piscinas, in Sardegna, patrimonio dell'umanità Unesco.

e che il *climate change* non è un maggiore fattore di rischio, ma un moltiplicatore di minacce. Ad esempio alla risorsa idrica, che è già limitata, il fattore climatico aggiunge un fattore di stress che rende più pesante la situazione.

*Qualche considerazione sull'adattamento?*

Sappiamo che occorrono strategie sia per la mitigazione che per l'adattamento. La mitigazione ha i suoi limiti, e impone azioni globali irrinunciabili, il continuo aumento di CO<sub>2</sub> e degli altri gas serra porterebbe a modifiche sostanziali del clima.

È anche per questo che occorre vedere in modo integrato le politiche di mitigazione e le strategie di adattamento. Se lasciamo che i cambiamenti climatici progrediscano senza fare niente, le stime dicono che il costo dell'adattamento sarà altissimo. Con le due strategie insieme si riesce ad avere una gestione accettabile del problema.

*Qual è la differenza di rischio e di strategia sulle due sponde del Mediterraneo? Su quella nord il rischio di diventare Tunisia tutto l'anno e il rischio che l'ecosistema montano attuale si sposti molto più a nord. Mi pare di poter dire che la vera peculiarità riguarda la risorsa idrica, o no?*

I fattori più critici che abbiamo individuato sono l'acqua e, dal punto di vista dei settori produttivi, l'agricoltura. Anche il turismo è molto interessato.

Dai nostri risultati appare in maniera un po' intuitiva che per il turismo, come attività economica, conti soprattutto il cambiamento di temperatura delle regioni dalle quali provengono i turisti. Cala il turismo verso il Mediterraneo, in particolare verso le zone marino-costiere, tanto più importante è l'aumento della temperatura delle regioni a nord. È plausibile pensare a un fattore psicologico elementare sulla base del quale si delinea un comportamento di massa: se non fa freddo nel mio paese, non vado a cercare paesi caldi.

*E per quanto riguarda la sponda sud?*

È chiaro che in questo processo di mitigazione e adattamento, chi ha più risorse e più capitale si trova avvantaggiato. Chi deve ancora superare degli ostacoli è meno attrezzato a rispondere in maniera adeguata a questo tipo di problema.

C'è un problema sociale ed economico che impone le risposte sulle diverse due sponde. Sarebbe utile che questi problemi venissero affrontati in uno scenario superiore, proprio perché i fattori sociali e macro economici sono determinanti. Si tratta di fattori che descrivono la insostenibilità sociale, economica e politica di flussi migratori ingenti. Anche in queste zone il cambiamento climatico costituisce un moltiplicatore di minacce. Si pensi allora alla questione delle risorse idriche e della capacità

produttiva di queste aree a cominciare dall'agricoltura.

*Si discute molto sull'ultimo rapporto Ipcc. A qualcuno è sembrato che si torni un po' indietro con una valutazione più ottimistica degli scenari. Lei cosa pensa? Si tratta di rigore scientifico o di eccesso di cautela? La politica si sta imponendo sulla scienza o, comunque, le sta sottraendo spazio?*

Non direi, il processo è stato elaborato con la consueta attenzione e impegno da parte della comunità scientifica. Non c'è questo tipo di problema.

*Tuttavia gli scenari descritti sono un po' meno pessimistici del passato, si tratta di una cautela dovuta?*

Man mano che le nostre conoscenze si allargano, le valutazioni vengono affinate e vengono modificate. Non vedo un eccesso di prudenza, non c'è una correzione particolarmente forte.

I modelli climatici di questa generazione sono molto più completi e avanzati di quella precedente.

Abbiamo aggiunto parametri come il ghiaccio artico marino, e cominciamo ad avere buoni modelli anche per il livello del mare, penso che il rapporto Ipcc sia stato un buon lavoro.

Intervista a cura di **Giancarlo Naldi**, direttore responsabile di *Ecoscienza*

## LA CONFERENZA DI LECCE DEL 23-24 SETTEMBRE 2013

### CLIMATE CHANGE E IMPLICAZIONI SU ECOSISTEMI E SOCIETÀ NELLA PRIMA CONFERENZA ANNUALE SISC

Il 23-24 settembre 2013 si è tenuta a Lecce la prima conferenza annuale della Società italiana per le scienze del clima (Sisc), dal titolo *I cambiamenti climatici e le loro implicazioni sui servizi ecosistemici e la società*.

Obiettivi della conferenza, che ha coinvolto scienziati, ricercatori e *policy maker* afferenti a varie discipline: creare e promuovere una piattaforma interdisciplinare di discussione sui sistemi climatici e le loro interazioni con l'ambiente e la società; promuovere un dialogo costruttivo e transdisciplinare tra scienziati, *policy maker*, fornitori di servizi e opinione pubblica; considerare in maniera integrata le risposte che ci offrono i nostri sistemi fisici-chimici, biologici e socio-economici, esplorarne le caratteristiche e sviluppare dei modelli attraverso le più avanzate disponibilità tecniche; incoraggiare il dialogo scientifico su scelte e strategie politiche di adattamento, mitigazione e crescita sostenibile.

Tutti gli interventi e i poster presentati sono stati raccolti in un volume, disponibile sul sito Sisc, all'indirizzo [www.sisclima.it/conferenza/proceedings-della-conferenza/](http://www.sisclima.it/conferenza/proceedings-della-conferenza/)

"I lavori raccolti in questo libro - scrive nell'introduzione il presidente Sisc Antonio Navarra - sono una testimonianza di come la ricerca sul clima richieda uno sforzo di collaborazione per cercare di dar vita a un linguaggio comune, capace di far interagire ambiti disciplinari abituati fino a ora a lavorare separatamente.



L'associazione Sisc nasce come punto di incontro tra gli scienziati dei diversi settori disciplinari che utilizzano le informazioni climatiche per le proprie ricerche: dai climatologi ai fisici, dai geografi agli agronomi, dagli economisti agli scienziati politici, a tutti gli studiosi che si occupano di scienze legate al clima e alle sue applicazioni.

# LA MODELLISTICA NUMERICA E GLI SCENARI DEL CAMBIAMENTO

NELLO STUDIO DELLE SCIENZE DEL CLIMA MANCA UN TAVOLO SPERIMENTALE COL QUALE VERIFICARE O CONFUTARE IPOTESI E TEORIE. I MODELLI NUMERICI CERCANO DI SUPERARE QUESTA DIFFICOLTÀ E RAPPRESENTANO LO STRUMENTO PIÙ AVANZATO PER STUDIARE I MECCANISMI CHE REGOLANO IL CLIMA E CERCARE DI PREVEDERNE L'EVOLUZIONE.

**I** mutamenti del clima possono essere ricondotti essenzialmente a due categorie distinte di cause: i) cause naturali, quali, ad esempio, le variazioni dell'attività solare, le eruzioni vulcaniche, o la variabilità interna determinata dalla interazione tra le diverse componenti del sistema climatico; ii) cause antropogeniche, legate principalmente all'immissione in atmosfera di grandi quantità di gas serra e aerosol. Tale molteplicità nei fattori in grado di influenzare l'evoluzione del clima del pianeta, del resto, si riflette nell'ampio spettro di scale temporali che caratterizza l'andamento osservato della temperatura media superficiale terrestre (figura 1), dove si ravvisano variazioni su scale che vanno da quella interannuale, a scale decennali, fino alla scala secolare.

Uno dei principali problemi che si pongono nello studio delle scienze del clima rispetto ad altre discipline scientifiche consiste nella mancanza di un tavolo sperimentale col quale verificare o confutare ipotesi e teorie in grado di identificare i meccanismi alla base dei mutamenti climatici sopra menzionati. Questa mancanza ha indotto gli scienziati a sviluppare modelli numerici con i quali eseguire simulazioni ed esperimenti sul clima e sulla sua variabilità che, per ovvi motivi, non possono essere condotti in un laboratorio. In particolare, i modelli consentono di studiare le variazioni del clima rispetto a modificazioni anche drastiche dei parametri del pianeta, come ad esempio la distribuzione dei continenti, la configurazione orografica e la composizione dell'atmosfera.

I modelli numerici del clima sono basati su consolidati principi fisici e sulla rappresentazione matematica dei processi e delle interazioni attive nel sistema climatico e negli ultimi anni hanno compiuto notevoli progressi, migliorando considerevolmente la loro capacità di riprodurre le principali caratteristiche osservate del clima, capacità attentamente

FIG. 1  
TEMPERATURA

Media globale della temperatura superficiale per il periodo 1850-2009 rispetto al periodo di riferimento 1880-1920 stimata da data set osservativi della Nasa/Giss (Usa) e dello Hadley Centre (Uk). Dati ottenuti dalla NOAA che ricostruiscono la temperatura superficiale marina (non mostrati) rivelano un simile andamento. Da: The Copenhagen Diagnosis (2009).

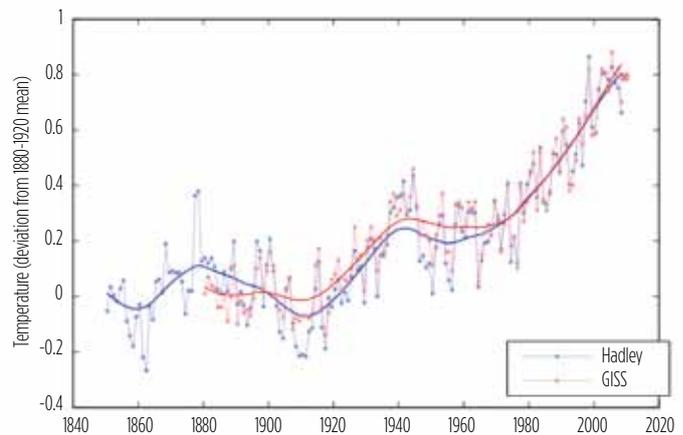
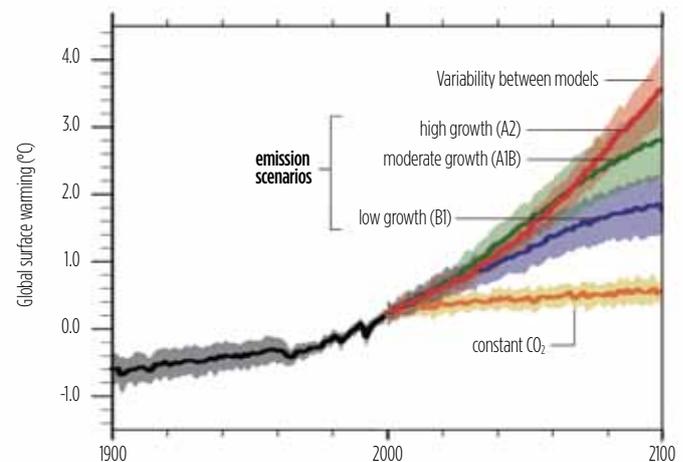


FIG. 2  
MODELLI NUMERICI

Cambiamenti simulati (linea nera) e proiettati (linee colorate) della temperatura media globale ottenuti usando tre scenari di emissione (A2, A1B e B1) che non comprendono nessuna politica di mitigazione (Sres Ipcc). Le aree ombreggiate mostrano gli intervalli di incertezza associati ai diversi (una ventina circa) modelli utilizzati per le proiezioni (Ipcc, 2007), mentre le linee colorate rappresentano le medie multi-modello. Modificato da Ipcc Wg1 Ar4; Nasa Earth-Observatory.



verificata confrontando i loro risultati con le osservazioni disponibili per oceano e atmosfera (Reichler e Kim 2008).

Tali modelli esprimono e contengono lo stato dell'arte nella conoscenza del clima e dei processi che lo caratterizzano, attualmente a disposizione della comunità scientifica. Essi quindi rappresentano lo strumento più avanzato col quale cercare di investigare i meccanismi che regolano il clima, la sua variabilità ed, eventualmente, cercare di prevederne l'evoluzione (Randall et al., 2007).

Negli ultimi venti anni, numerose

simulazioni numeriche sono state eseguite con modelli globali accoppiati atmosfera-oceano (Aogcm) per individuare la risposta del sistema climatico all'aumento di concentrazione dei cosiddetti "gas serra", quali, per esempio la CO<sub>2</sub> atmosferica (si veda per esempio Ipcc-Ar4, 2007). Questi studi hanno mostrato che è possibile riprodurre il clima globale del pianeta e la sua risposta a diversi scenari di aumento dei gas serra e oggi la comunità scientifica è ragionevolmente concorde nel ritenere che gli Aogcm siano in grado di fornire stime quantitative affidabili

della risposta climatica ai cambiamenti di forzante radiativo, in particolare su scale globali e continentali.

È proprio grazie all'utilizzo dei modelli del clima che è stato possibile effettuare un esperimento cruciale per la attribuzione dei cambiamenti climatici osservati all'influenza umana: effettuando due simulazioni del clima del XX secolo includendo, in un caso, i forzanti naturali e antropogenici, e, nell'altro, i soli forzanti naturali, si è osservato come la risposta simulata della temperatura di superficie risultasse consistente con quella osservata solo quando entrambi i tipi di forzanti venivano considerati nella simulazione del clima del XX secolo (Ippc-Ar4, 2007). I modelli numerici del clima, quindi, offrono uno strumento formidabile per cercare di capire quale può essere la risposta del sistema climatico a cambiamenti del forzante radiativo (concentrazione atmosferica dei gas serra e degli aerosol), fornendo proiezioni di possibili condizioni climatiche future basate su scenari di emissioni plausibili. In *figura 2* è illustrata l'evoluzione della temperatura media alla superficie del pianeta simulata per il periodo 1900-2000 (linea nera) dai modelli Cmp3 (*Coupled Model Intercomparison Project 3*, Meehl et al. 2007a) e le proiezioni per il XXI secolo ottenute con gli stessi modelli utilizzando tre possibili scenari di emissioni dell'Ippc (Sres-Ippc, Nakićenović and R. Swart, 2000). Le simulazioni Cmp3 indicano, per tutti gli scenari, un riscaldamento globale rispetto al periodo di riferimento (1980-1999). Il riscaldamento proiettato per la fine del secolo è compreso approssimativamente tra 1.8°C nel caso dello scenario più moderato (B1), fino agli oltre 4°C trovati per lo scenario con le emissioni più intense (A2). Inoltre, la distribuzione spaziale dell'aumento della temperatura proiettata indica che il riscaldamento interessa tutte le aree del pianeta, sebbene in misura diversa (vedi Ippc-Ar4, Wg1, figure 10.8, Meehl et al. 2007b). Le aree continentali e quelle della regione Artica, per esempio, mostrano un riscaldamento molto più pronunciato (fino a oltre 4°C nello scenario B1 e 5-6°C negli scenari A1B e A2) rispetto al resto del globo.

Nel Quinto rapporto dell'Ippc (Ippc-Ar5) la cui pubblicazione ufficiale è prevista per il 2014, sono stati utilizzati scenari differenti da quelli impiegati per l'Ar4, e dunque non è possibile un raffronto puntuale tra le simulazioni di scenario illustrate nei due rapporti. Tuttavia, esiste una sostanziale consistenza tra i risultati riportati nell'Ar4 e nell'Ar5 in termini di

variazioni climatiche attese alla fine del XXI secolo.

La grande variabilità spaziale del clima, comunque, rende difficilmente trasportabili i risultati globali a scale spaziali più ridotte. Quella che nella modellistica climatica viene definita come scala regionale, ma che in realtà è continentale o sub-continentale, è forse la minima scala ove sia possibile definire un clima statisticamente stabile. D'altra parte, la scala regionale è quella che ha una maggiore interconnessione con gli interessi socio-economici, in quanto, se le strategie di mitigazione sono per loro natura globali, le strategie e le politiche di adattamento devono essere necessariamente applicate localmente, creando quindi una forte domanda di informazioni più localizzate rispetto agli indici globali del cambiamento climatico.

Per tutti questi motivi, una valutazione corretta degli scenari di cambiamento climatico a scala regionale non può esimersi dall'utilizzare tutti gli strumenti disponibili per regionalizzare correttamente i segnali climatici di larga scala dei modelli globali, ricorrendo, nello specifico, a tecniche di *downscaling* dinamico e statistico.

Nonostante i progressi compiuti negli ultimi decenni dalla modellistica climatica, i modelli attualmente utilizzati dalla comunità scientifica soffrono ancora di una serie di "patologie" che inficiano la corretta rappresentazione del clima

e della sua variabilità in talune aree del pianeta.

La riduzione degli errori dei modelli resta una delle sfide più importanti per la comunità della modellistica climatica, giacché da essa dipende in modo cruciale la possibilità di realizzare previsioni (e proiezioni) climatiche sempre più accurate. A sua volta la riduzione degli errori sistematici non può prescindere da una migliore comprensione dei meccanismi fisici che determinano la fenomenologia del clima: le interazioni tra le nubi e la circolazione atmosferica, e gli effetti risultanti sull'equilibrio radiativo del pianeta; la dinamica della criosfera; i driver che regolano le variazioni nella frequenza e intensità degli eventi estremi; i processi che influenzano le variazioni nel livello del mare. Questi sono soltanto alcuni dei temi identificati di recente dal *World Climate Research Programme* (Wcrp), come "*Grand Science Challenges*" (<http://www.wcrp-climate.org/grandcha.shtml>). È intorno a questi grandi temi che si concentreranno gli sforzi della comunità scientifica negli anni a venire, e rispetto ai quali la modellistica numerica continuerà a svolgere un ruolo prominente.

**Silvio Gualdi, Alessio Bellucci**

Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc)

## BIBLIOGRAFIA

- Ippc, 2007, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Meehl, G.A., C. Covey, T. Delworth, M. Latif, B. McAvaney, J.F.B. Mitchell, R.J. Stouffer and K.A. Taylor, 2007a, "The WCRP CMIP3 multimodel dataset - A new era in climate change research", *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 88, 1383-1394.
- Meehl, G.A., et al., 2007b, "Global Climate Projections", in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nakićenović N., and R. Swart (eds.), 2000, *Special Report on Emissions Scenarios*, Cambridge University Press, 599 pp.
- Randall, D.A. et al., 2007, "Climate Models and Their Evaluation", in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Reichler, T., and J. Kim, 2008, "Uncertainties in the climate mean state of global observations, reanalyses, and the GFDL climate model", *J. Geophys. Res.*, 113, D05106, doi:10.1029/2007JD009278.

# DAI MODELLI GLOBALI AGLI IMPATTI AD AREA LIMITATA

I MODELLI CLIMATICI GLOBALI SONO GLI STRUMENTI PRINCIPALI PER STUDIARE LA VARIABILITÀ CLIMATICA. PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI, CONSIDERATA LA SPECIFICITÀ DELLE FORZANTI LOCALI NEGLI SCENARI DI CAMBIAMENTO, È NECESSARIA UNA REGIONALIZZAZIONE DEI MODELLI. ARPA EMILIA-ROMAGNA È IMPEGNATA IN NUMEROSI PROGETTI DI RICERCA.

Il nostro pianeta è sempre stato soggetto a grandi cambiamenti climatici che hanno determinato un impatto significativo nella struttura e nelle funzioni degli ecosistemi terrestri e marini, prima ancora che nelle diverse società umane succedutesi nel corso dei millenni. Oggi, a differenza dal passato, lo sviluppo delle conoscenze tecniche e scientifiche è tale che, se da un lato rende possibile lo studio dei cambiamenti climatici e delle conseguenze sulla natura e sulla società, dall'altro può consentire anche di realizzare politiche e di forgiare strumenti per adattarne e mitigarne gli effetti. Per studiare la variabilità climatica alle diverse scale temporali e spaziali, i modelli climatici globali (*Global Climate Models*, Gcm) sono gli strumenti principalmente utilizzati, sebbene abbiano un limite intrinseco a tutt'oggi insormontabile: negli ultimi anni la risoluzione spaziale, ossia la distanza tra un punto di griglia e i suoi vicini, è stata considerevolmente ridotta, arrivando a circa 100 km, ma non è ancora sufficiente da permettere di fare anche a scala locale una valutazione accurata degli effetti dovuti ai cambiamenti climatici.

Infatti, le variazioni climatiche dipendono in modo complesso, oltre che dalle forzanti atmosferiche e astronomiche, anche dalle molteplici e variegate caratteristiche geografiche del territorio, dando luogo a effetti locali estremamente eterogenei e frammentati.

Per valutare gli effetti locali di questi cambiamenti climatici, negli ultimi anni sono state sviluppate alcune tecniche di regionalizzazione, che si differenziano tra loro per la metodologia adottata, la risoluzione spaziale e temporale dei risultati, la loro accuratezza e il costo computazionale in termini di tempo di calcolo.

In generale, le tecniche possono essere classificate in due grandi tipologie: dinamiche e statistiche. Le tecniche dinamiche consistono nell'utilizzo dei modelli climatici ad area limitata (*Regional Climate Models*, Rcm). La risoluzione

spaziale di questi modelli varia da 50 a 10 km, con ultima generazione, e le equazioni vengono integrate utilizzando le condizioni al contorno date dai Gcm. Le tecniche statistiche usano schemi empirici (*Perfect Prog*), basati su relazioni statistiche robuste tra le variabili atmosferiche a scala sinottica (predittive), ben predicibili dai modelli, e le variabili climatiche locali (predette). Inizialmente le relazioni tra variabili predittive e variabili predette vengono prima individuate mediante i dati osservati e, poi, applicate alle variabili predittive ottenute dalle simulazioni dei Gcm per i diversi scenari di emissione formulati dall'*International panel for climate change* (Ipcc).

Entrambi i tipi di approccio presentano vantaggi e svantaggi. Il principale vantaggio delle tecniche dinamiche consiste nella loro base fisica, mentre tra gli svantaggi si possono annoverare la presenza degli inevitabili errori sistematici e il costo oneroso del tempo di calcolo per integrare numericamente le equazioni prognostiche dei modelli. Per le tecniche statistiche i principali vantaggi sono invece la loro economicità in tempo di calcolo

e la possibilità di valutare il segnale di cambiamento climatico a livello di punto stazione oppure del singolo punto di griglia. Tra gli svantaggi, c'è la necessità di avere lunghe serie temporali di dati osservati per determinare relazioni statistiche tra variabili predittive e variabili predette significativamente robuste e accurate.

Il panorama della ricerca italiana impegnata nello studio dei cambiamenti climatici comprende vari settori: dalle osservazioni climatiche agli studi di modellistica, alla valutazione degli impatti sul nostro territorio. In particolare, per la modellistica sia a scala globale sia a quella locale, negli ultimi decenni sono stati coinvolti numerosi gruppi di ricerca nell'ambito di progetti finanziati dall'Unione europea. Tra questi gruppi, il Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna (Arpa-Simc) ha cominciato la sua attività sulla modellistica climatica a scala locale nel 2002, partecipando al progetto europeo Stardex ([www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex](http://www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex)). Nell'ambito di questo progetto sono state sviluppate alcune tecniche di regionalizzazione statistica, che poi sono



FIG. 1  
AGROSCENARI

Mapa delle aree di studio del progetto AgrosceNari, per lo studio dell'impatto dei cambiamenti climatici sulle varie colture agricole e delle modalità di adattamento dei principali sistemi produttivi dell'agricoltura italiana.

state utilizzate per costruire le proiezioni di cambiamento climatico su un numero di stazioni uniformemente distribuite sul territorio della regione Emilia-Romagna per il periodo 2070-2100. In seguito, Arpa-Simc ha potuto perfezionare questa tecnica di regionalizzazione, estendendo i risultati delle proiezioni climatiche alle stazioni del Nord Italia.

Nel progetto europeo Ensembles (<http://ensembles-eu.metoffice.com>) l'obiettivo principale di Arpa-Simc è stato quello di costruire proiezioni climatiche a scala locale su vari orizzonti temporali (2021-2050, 2071-2099), inserendo nel modello statistico le simulazioni di diverse catene modellistiche globali. Ciò ha permesso di quantificare una stima dell'incertezza associata alle proiezioni climatiche a scala locale.

La possibilità di ottenere proiezioni future del cambiamento climatico su varie scale spaziali, e l'incertezza associata a queste proiezioni, ha permesso l'abbrivio degli studi di impatto per vari settori economici e la definizione di piani di adattamento, sia a livello nazionale sia regionale. Tra i principali settori, dove possono essere definite azioni di adattamento efficaci, si possono ricordare: l'agricoltura e lo sviluppo rurale, la produzione e il consumo di energia, la gestione della risorsa idrica, la salute.

Lo studio degli impatti è particolarmente complesso per l'insieme delle relazioni, non solo fisiche, che si propone di analizzare, e tale complessità aumenta con il dettaglio temporale e spaziale richiesto dall'analisi stessa. Anche in questo ambito Arpa-Simc partecipa ad alcuni progetti internazionali e nazionali, quali ad esempio il progetto Urban Heat Islands ([www.urbanheatisland.info](http://www.urbanheatisland.info)) sullo studio delle isole di calore nelle città, oppure il progetto BlueAp ([www.blueap.eu](http://www.blueap.eu)) per lo sviluppo di strategie di mitigazione e adattamento e per l'applicazione di alcune misure di contrasto ai cambiamenti climatici negli ecosistemi urbani.

Il progetto AgrosceNari (<http://agrosceNari.entecra.it>) è tra i progetti nazionali che hanno come obiettivo lo studio dell'impatto dei cambiamenti climatici sulle varie colture agricole e delle modalità di adattamento dei principali sistemi produttivi dell'agricoltura italiana. Nell'ambito di questo progetto, Arpa-Simc ha elaborato per sette aree campione degli scenari climatici regionalizzati relativi al trentennio 2021-2050 (figura 1), prodotti per lo scenario di emissione A1B (Van der Linden e Mitchell, 2009; Tomozeiu et al., 2013). Gli scenari di cambiamento climatico ottenuti mostrano come potrà

FIG. 2  
AGROSCENARI

Progetto AgrosceNari, proiezioni di cambiamento climatico nella Tmax nel periodo 2021-2050.

■ Inverno  
\* Primavera  
● Estate  
▲ Autunno

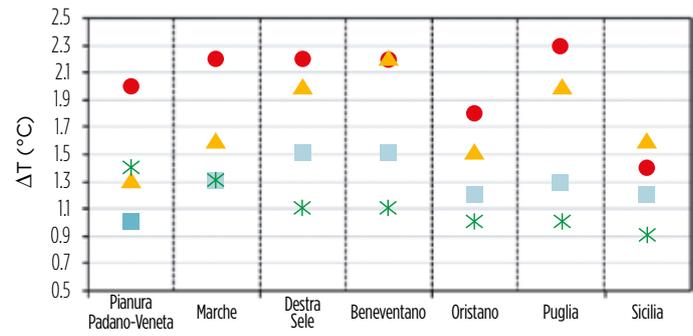
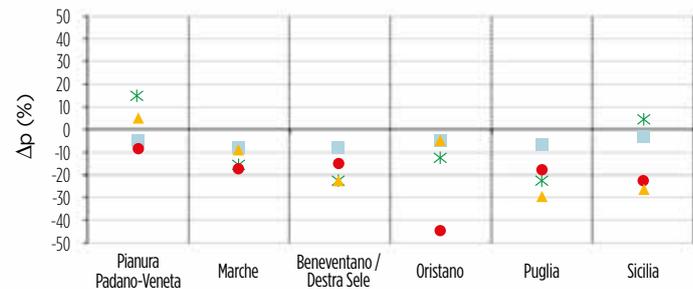


FIG. 3  
AGROSCENARI

Progetto AgrosceNari, proiezioni di cambiamento climatico nelle precipitazioni nel periodo 2021-2050 rispetto al periodo 1961-1990 (scenario A1B).

■ Inverno  
\* Primavera  
● Estate  
▲ Autunno



essere possibile nel periodo 2021-2050 un incremento di temperatura su tutte le aree campione rispetto al periodo climatico di riferimento 1961-1990 (figura 2). Per le precipitazioni, le proiezioni climatiche evidenziano un segnale variabile a seconda della stagione e dell'area di studio. In particolare, i risultati danno una probabile e generale diminuzione delle precipitazioni durante l'inverno e l'estate, mentre per la primavera e l'autunno si attende un possibile incremento sulla pianura Padano-Veneta e una diminuzione sulle altre aree campione (figura 3).

Gli scenari climatici stagionali sono stati trasformati in serie sintetiche giornaliere mediante un generatore di dati giornalieri, che a loro volta sono stati utilizzati come input nei modelli di impatto (Tomei et al., 2009). In questo senso va ricordato il lavoro di Villani et al. (2011), nel quale le serie giornaliere appartenenti ai punti

di griglia rappresentativi della pianura Padano-Veneta sono state introdotte nel modello Criteria di Arpa-Simc per studiare l'impatto sulla eventuale richiesta irrigua del pomodoro per il periodo 2021-2050.

La variabilità del segnale di cambiamento climatico ottenuta in questo progetto sottolinea la necessità di queste tecniche di regionalizzazione per lo studio degli impatti a scala locale. Necessità ancora più rilevante, se dalla definizione degli scenari climatici è possibile definire delle strategie di mitigazione e di adattamento, attraverso le quali si possono predisporre piani e programmi di azioni e misure, allo scopo di ridurre la vulnerabilità degli ecosistemi naturali e sociali rispetto ai cambiamenti futuri.

**Rodica Tomozeiu**

Servizio IdroMeteoClima  
Arpa Emilia-Romagna

**BIBLIOGRAFIA**

Tomei F., Villani G., Pavan V., Pratzzoli W., Marletto V., 2009, *Report on the quality of seasonal predictions of wheat yield and irrigation needs in Northern Italy*, Ensembles Project, 6th Eu R&D Framework Programme, deliverable 6.22 from [www.ensembles-eu.org](http://www.ensembles-eu.org).

Tomozeiu R., Agrillo G., Cacciamani C., Pavan V., 2013, "Statistically downscaled climate change projections of surface temperature over Northern Italy for the periods 2021-2050 and 2071-2099", *Nat. Hazard*, DOI 10.1007/s11069-013-0552-y.

Van der Linden P., Mitchell JFB, 2009, *Climate Change and its impacts*, Met Office, UK, 160 pp.

Villani G., Tomei F., Tomozeiu R., Marletto V., 2011, "Climate scenarios and their impacts on irrigated agriculture in Emilia-Romagna, Italy", *Italian J of Agrom*, Anno XVI, no.1, Aprile 2011, Patron Editore, Bologna, pag. 5-16.

# “PENSARE L’IMPENSABILE” PER DIFENDERCI DALL’INSOLITO

LA NOSTRA SOCIETÀ TECNOLOGICAMENTE SEMPRE PIÙ AVANZATA E INTERCONNESSA CI AIUTA A DIFENDERCI DA FENOMENI NATURALI DI FORTE INTENSITÀ, MA APPARE SEMPRE PIÙ VULNERABILE A FENOMENI DAVVERO INSOLITI. “PENSARE L’IMPENSABILE” DIVENTA SEMPRE PIÙ PRESSANTE ALLA LUCE DELLO SCENARIO CLIMATICO IN RAPIDA EVOLUZIONE.

Lo psicologo svizzero Karl Gustave Jung, in relazione *principio di sincronicità* da lui introdotto, affermava che la scienza moderna è la scienza della statistica, e non contempla il caso raro, l'evento unico, il cui significato trascenderebbe il campo della fisica stessa. In effetti il caso raro sembra sfuggire dalle maglie di un metodo empirico basato proprio sulla ripetibilità dell'esperimento, secondo il motto galileiano del “*provando e riprovando...*”. Se pensiamo ora a un sistema complicatissimo come il clima terrestre, formato da una miriade di componenti in continuo scambio di energia e materia (raggruppabili in criosfera, biosfera, idrosfera, atmosfera e litosfera), i metodi scientifici tradizionali sembrano porre delle serie limitazioni.

In primo luogo, non è possibile neanche in linea di principio operare un “esperimento” con il clima terrestre – non fosse altro perché noi ne facciamo parte –, né tanto meno ripetere l'esperimento un gran numero di volte e nelle medesime condizioni. Ciò che invece accade è che è il sistema stesso a compiere, per così dire, l’“esperimento” su se stesso, il quale è unico e irripetibile. La probabilità infatti che uno stato del sistema, o anche solo di un sottosistema (come l’atmosfera) si ripeta identico a se stesso, o anche grossolanamente identico, in un tempo finito appare infinitamente piccola.

## Disastri naturali ed eventi estremi

Se si pensa a un fluido come l’atmosfera terrestre, che avvolge il pianeta in uno stato dinamico incessante sotto l’azione del Sole, può accadere che in un determinato momento, e in qualche punto del globo, abbia luogo una fluttuazione dei parametri fisici di una tale intensità da superare tutti i valori precedentemente osservati. Ora, il rischio che una situazione critica o un disastro accada, ad esempio una alluvione disastrosa su una città, può essere

FIG. 1  
EVENTI ESTREMI  
E PROBABILITÀ

Roma, l’andamento del vento massimo giornaliero registrato da 6 stazioni meteorologiche nel periodo luglio 2008-febbraio 2009.

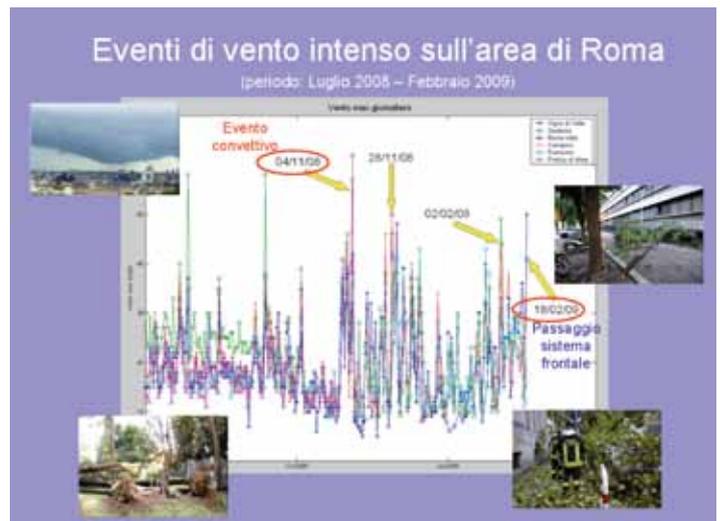
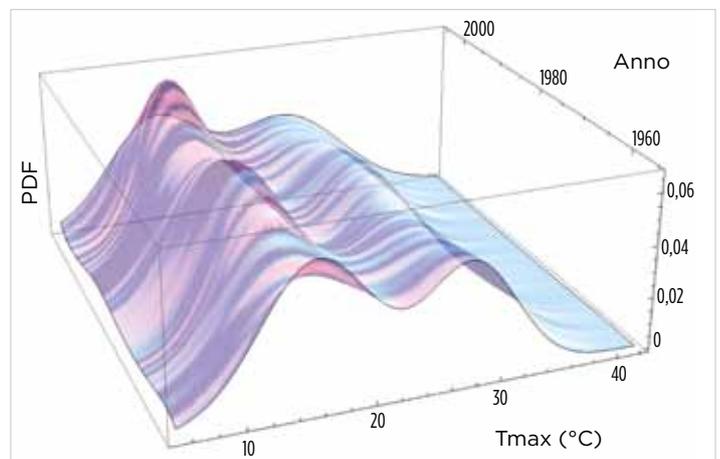


FIG. 2  
EVENTI ESTREMI  
E PROBABILITÀ

Evoluzione della distribuzione delle temperature massime misurate dalla stazione dell’Aeronautica militare di Roma Ciampino.

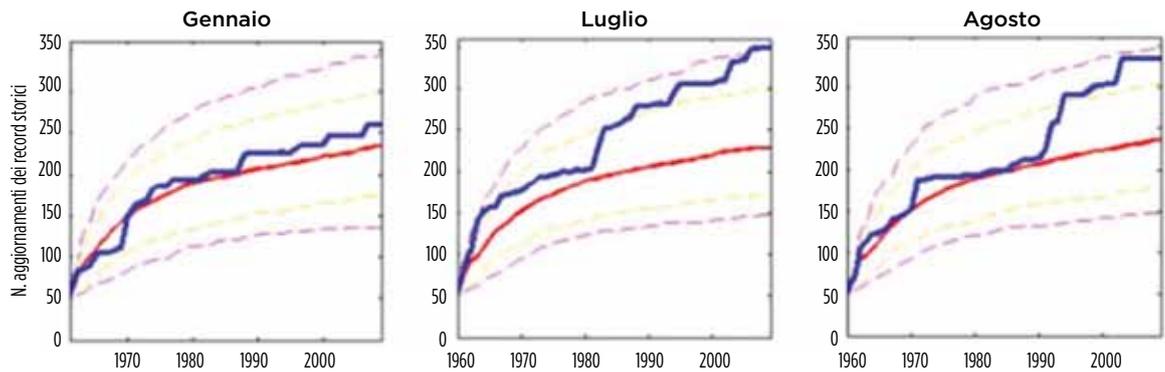


visto come il prodotto della pericolosità di quel qualcosa, moltiplicato per la probabilità che accada. La pericolosità dipende dalla situazione contingente (ad esempio lo stato degli argini del fiume che attraversa la città, quello della rete fognaria o le condizioni del manto stradale ecc.), mentre la probabilità che venga giù una certa quantità di pioggia in poche ore è un fattore squisitamente meteo-climatico. A titolo di esempio, in *figura 1* è rappresentato l’andamento del vento massimo giornaliero registrato da 6

stazioni meteorologiche dell’area di Roma nel periodo luglio 2008–febbraio 2009, in cui sono evidenziati i picchi che hanno determinato situazioni critiche. In termini qualitativi, per *evento estremo* si intende in generale un evento per cui esiste una bassissima probabilità che si verifichi un evento di intensità superiore; o, per converso, un evento per cui c’è un’altissima probabilità di eventi di intensità inferiore (ad esempio temperature, o venti estremi). È importante sottolineare che non sempre a un evento estremo è associato un evento catastrofico. Ad esempio in montagna,

FIG. 3  
EVENTI ESTREMI  
E PROBABILITÀ

Confronto tra le osservazioni (linee blu) con l'ipotesi "nulla" di un clima costante (altre curve nella stessa figura, che rappresentano la forchetta di variabilità statistica).



in inverno, una temperatura massima di 16°C può corrispondere a una temperatura estrema (nel senso che una temperatura massima così elevata si verifica molto raramente). Ma questo non significa che si verifichi anche un evento catastrofico (a meno che, ad esempio, non ci sia pericolo di slavine nelle vicinanze).

## Variabilità climatica e aggiornamento dei record storici

Supponiamo ora di collezionare le temperature massime giornaliere misurate in 10 anni da una data stazione meteorologica. Si osserva che esse si comportano in un certo modo statisticamente ben determinato. Esse oscilleranno in un certo intervallo di valori, concentrandosi su un intervallo centrale più piccolo. Ciò è una conseguenza diretta della relativa stabilità della circolazione atmosferica su scala planetaria. Ripetendo la stessa operazione con le temperature massime relative a una decade differente, si otterrà una distribuzione di valori simile ma non del tutto uguale a quella precedente. Ciò è imputabile, da un lato a un problema di natura statistica, oppure di campionamento (limitatezza del numero di dati a disposizione); dall'altro, può essere dovuto a una vera e propria variazione dei regimi climatici.

La figura 2 mostra l'evoluzione della distribuzione delle temperature massime misurate dalla stazione dell'Aeronautica militare di Roma Ciampino, ottenuta facendo scorrere di un anno per volta la decade su cui la statistica è calcolata, dal 1951 al 2010. I picchi a sinistra rappresentano le temperature massime in inverno, quelli sulla destra le massime estive. Al centro sono concentrati i valori di autunno e primavera.

La caratteristica a cui porre maggiore attenzione, per l'argomento di cui trattiamo, è il comportamento delle code nella distribuzione. Code che tendono

ad alzarsi/abbassarsi leggermente a destra indicano, ad esempio, un aumento/diminuzione nella frequenza di occorrenza di temperature massime eccezionalmente alte. Si pone a questo punto il problema di discriminare tra un reale segnale di cambiamento climatico e di normale variabilità climatica, compito niente affatto semplice.

Le distribuzioni climatologiche empiriche manifestano infatti la loro inadeguatezza proprio nel momento di caratterizzare i fenomeni estremi.

Il motivo è, ovviamente, il numero estremamente esiguo dei casi di studio, e la cosiddetta *teoria dei valori estremi* si applica a rigore soltanto a distribuzioni generatrici stazionarie.

In un recente studio, condotto dal Centro nazionale di meteorologia e climatologia aeronautica, si è posta l'attenzione sul seguente parametro: la *rapidità di aggiornamento collettivo dei record storici di temperature massime e minime giornaliere mese per mese*, a partire dal 1961 fino al 2010 su 50 stazioni dell'Aeronautica militare sparse uniformemente su tutto il territorio nazionale. Lo scopo dello studio è stato appunto quello di rilevare eventuali segnali, statisticamente significativi, di cambiamento. Per fare ciò si sono confrontate le osservazioni (linee blu in figura 3) con l'ipotesi "nulla" di un clima costante (altre curve nella stessa figura, che rappresentano la forchetta di variabilità statistica).

Il risultato finale è stato che vi sono alcuni mesi invernali, come dicembre o gennaio, che hanno un comportamento "da manuale", pienamente compatibili con l'ipotesi "nulla" di un clima costante (il numero di aggiornamenti dei record storici cresce con la rapidità che ci si attenderebbe in un clima costante). Vi sono altri mesi, come luglio e agosto, che tendono invece a una rapidità di aggiornamento via via crescente, e significativamente superiore in confronto all'ipotesi "nulla". Si è visto peraltro che questo effetto è sensibilmente più marcato per quanto riguarda le stazioni di costa, rispetto a quelle di montagna o

di pianura. Analoghe considerazioni si potrebbero fare per le temperature minime e per molti altri parametri fisici, ma ciò esula dagli scopi della presente breve esposizione.

## Protegersi, cum grano salis...

Gli ingegneri hanno imparato da tempo che in fase di progettazione di un impianto, di una nave, o di un palazzo, non devono guardare esclusivamente alla risposta "lineare" del loro sistema. La "rottura" di un sistema è infatti associata a fenomeni non lineari, in cui una piccola sollecitazione esterna in più può portare a una transizione brusca verso uno stato completamente diverso. La teoria matematica cosiddetta "delle catastrofi", iniziata dal matematico francese René Thom negli anni cinquanta – che ha intrecci importanti con la *teoria del caos* –, ha mostrato come analisi più approfondite possano portare a una più completa caratterizzazione del rischio. Il superamento di determinate soglie critiche per opera di fenomeni eccezionali (come onde del mare eccezionalmente alte che si infrangono sul ponte di una nave) può portare alla catastrofe (nell'esempio della nave, al capovolgimento). Per di più, tali soglie tendono a scendere drasticamente mano a mano che aumenta l'interconnessione dei sistemi (si pensi ad esempio alla rete elettrica e a quella di internet).

In uno scenario climatico in rapida mutazione, diventa sempre più importante utilizzare in modo intelligente l'armamentario teorico e pratico che la scienza ci mette in mano, e iniziare a pensare... l'impensabile!

### Filippo Maimone

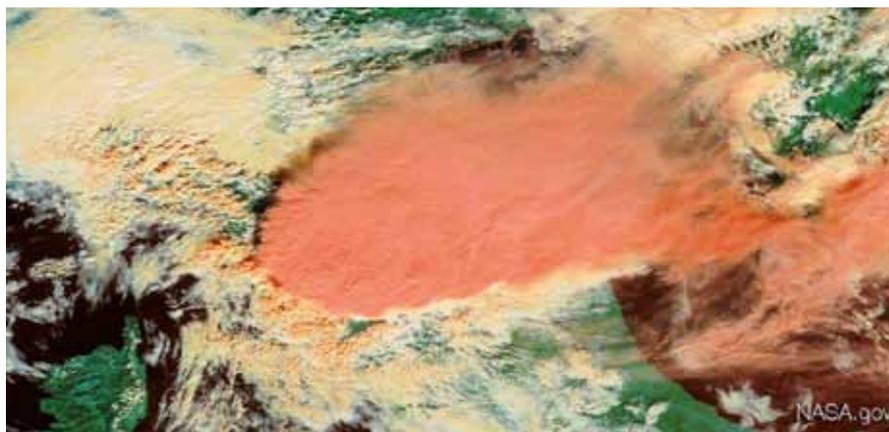
Centro nazionale di meteorologia e climatologia aeronautica  
Aeronautica militare

# EVENTI ESTREMI, ENTITÀ E RICORRENZA

SEVERE PERTURBAZIONI CHE CAUSANO ALLUVIONI E SMOTTAMENTI, ONDE DI CALORE, LUNGI PERIODI DI FREDDO INTENSO, PROLUNGATE SICCITÀ SONO FENOMENI METEO ESTREMI SEMPRE PIÙ FREQUENTI ANCHE IN ITALIA. I DANNI ALLE PERSONE E ALLE INFRASTRUTTURE SONO SPESSO INGENTISSIMI. IL RISCHIO CRESCE A CAUSA DEL CAMBIAMENTO DEL CLIMA.

**N**egli ultimi anni l'Italia è stata sempre più spesso colpita da fenomeni meteo avversi. Molto spesso si tratta di eventi di breve durata e forte intensità che producono danni gravissimi e perdite di tante vite umane. Talvolta si tratta di linee temporalesche organizzate molto intense, talvolta di multicelle o supercelle o sistemi convettivi a mesoscala, tutti fenomeni che hanno la caratteristica di durare abbastanza poco (qualche ora, massimo mezza giornata) rispetto a quanto durano le tipiche perturbazioni extra-tropicali (3-5 giorni), ma producono lo stesso ingentissimi quantitativi di precipitazione o di neve in inverno, così come hanno l'effetto di far abbassare la temperatura di parecchi gradi centigradi in pochissime ore. Un esempio recentissimo è il *sistema convettivo a mesoscala* che si è abbattuto sull'Italia centrale lo scorso 21 ottobre 2013, scaricando più di 300 mm di pioggia in poche ore in certe aree della Toscana, con conseguenti danni ingentissimi alle persone e alle infrastrutture (foto 1).

Il tema degli eventi estremi è certamente prioritario, dal momento che la loro occorrenza ha un fortissimo impatto sulla società. Nel report sugli eventi estremi edito nel 2012 dal Wg2 dell'Ipcc (<http://ipcc-wg2.gov/SREX/>) si illustra come l'esposizione e la vulnerabilità agli eventi meteorologici sia aumentata molto negli ultimi 20-30 anni, amplificando notevolmente le condizioni di rischio. Tale aumento del rischio è già misurabile anche dalla crescita dei danni prodotti dagli eventi estremi. Secondo la *World Meteorological Organization* (Wmo) ad esempio, solo nell'ultimo decennio 2001-2010 si contano ben 370.000 decessi



1

imputabili agli impatti dei fenomeni meteorologici estremi (Wmo, *The Global Climate 2001-2010, a decade of climate extremes. Summary report*, report n. 1119, <http://bit.ly/WMO1119>), includendo tutti i fenomeni classificabili come "estremi": onde di calore, lunghi periodi di freddo intenso, prolungate siccità, grandi perturbazioni che hanno causato a loro volta alluvioni e smottamenti. L'incremento di perdite di vite umane è dell'ordine del 20% rispetto al periodo 1991-2000.

## Gli eventi estremi saranno sempre più frequenti

La cosa ancora più inquietante è che si ritiene che tale aumento del rischio potrà ulteriormente crescere a causa del cambiamento del clima.

L'Europa ha già provveduto a porre l'accento su questo problema emanando ad esempio la direttiva 2007/60 (direttiva Alluvioni) che impone agli stati membri dell'Europa di rivalutare e ri-perimetrare le condizioni di rischio idrogeologico-idraulico e i Piani di assetto idrogeologico tenendo conto in maniera esplicita dei cambiamenti climatici.

Queste valutazioni potranno permettere di pianificare e realizzare in maniera corretta

le opere di difesa idraulica e in genere di difesa del territorio, al fine di minimizzare le condizioni di rischio.

Anche la gestione del rischio idrogeologico residuo – caratterizzato dalle procedure di allertamento e che si attua attraverso i piani di protezione civile – dovrà molto probabilmente essere rivisto, alla luce anche delle modifiche del clima e, parallelamente, dell'incessante crescita della vulnerabilità dei territori, causata da un'antropizzazione troppo spesso incontrollata.

In un ampio articolo a carattere divulgativo pubblicato di recente sul blog *Climalteranti* (<http://bit.ly/1a0HMEg>) sono stati discussi ampiamente questi temi per quanto concerne la realtà del nostro paese.

Il cambiamento climatico conduce a modifiche della frequenza, dell'intensità, dell'estensione spaziale e della tempistica degli eventi estremi come mai si è osservato sul globo terrestre.

In un recente lavoro pubblicato sulla rivista *Journal of Climate* da Enrico Scoccimarro e da altri suoi colleghi del Cmcc (Centro mediterraneo per i cambiamenti climatici), descritto anche dal già citato blog *Climalteranti* (<http://bit.ly/1dlmD7y>) viene discusso come possono variare gli eventi di precipitazione intensa in un clima più caldo sulla regione Euro-Mediterranea. Lo studio analizza i risultati

1 Immagine satellitare MODIS del sistema convettivo a mesoscala (MCC) responsabile delle precipitazioni intense occorse il 21 ottobre 2013, che hanno prodotto frane e alluvioni in Italia centrale (fonte: Associazione Meteoweb onlus e Nasa).

di 20 modelli climatici partecipanti al quinto *Coupled Model Intercomparison Project* (Cmip5, Meehl and Bony 2012, Taylor et al. 2012); dallo studio emerge che la frequenza di occorrenza degli eventi estremi sembra crescere in futuro, almeno negli scenari ad alte emissioni di gas serra, più della precipitazione media e su gran parte dell'Europa. E la crescita degli eventi estremi parrebbe interessare anche quelle aree come il bacino del Mediterraneo (e quindi anche l'Italia) dove la maggioranza degli scenari climatici mostra una diminuzione sensibile della precipitazione media, soprattutto d'estate.

Questo incremento può essere certamente in buona parte dovuto alla maggiore esposizione dei territori e anche a una più analitica reportistica degli eventi disastrosi. Certo è che uno spostamento della curva di distribuzione delle temperature del pianeta (la "gaussiana" delle temperature, figura 1) conduce anche a un aumento di probabilità di estremi termici, che si trascina dietro anche altre conseguenze che analizzeremo nel seguito di questo articolo.

Un altro autorevole riscontro di questa mutata situazione lo si ha leggendo il recentissimo *Summary for Policymaker* (Spm) dell'Ipcc ([http://bit.ly/WG1\\_SPM](http://bit.ly/WG1_SPM)) e presentato a Stoccolma il 27/9 scorso dal quale si legge che «... dal 1950 sono stati osservati cambiamenti negli eventi estremi meteorologici e climatici: in Europa e Nord America la frequenza o l'intensità di precipitazioni intense (o estreme) è "probabilmente aumentata"».

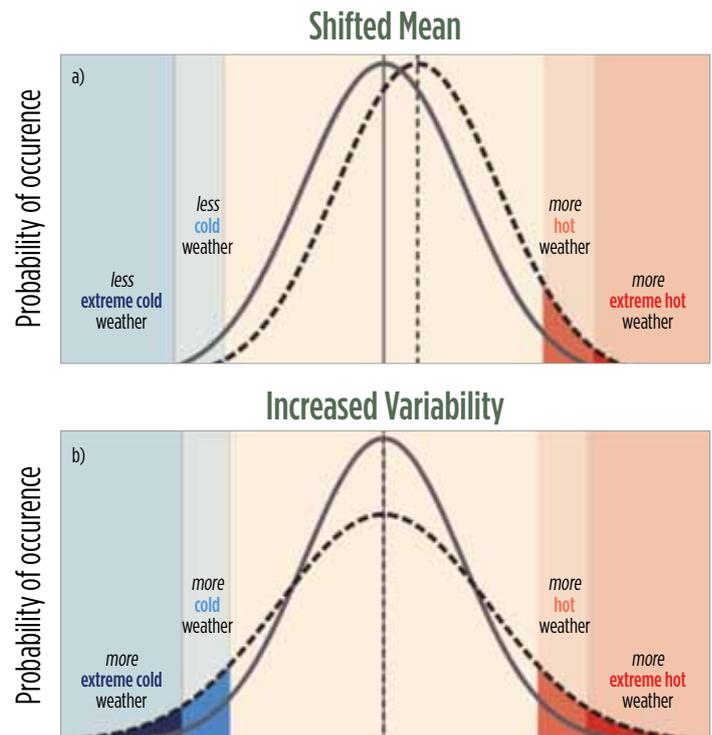
Quest'affermazione non è, peraltro, una novità: anche nel precedente report Ipcc (Ar4 del 2007) si faceva riferimento a precipitazioni osservate più concentrate in eventi più brevi e intensi, intervallate da periodi di assenza di precipitazione sempre più lunghi.

## Cosa sta cambiando in Italia

Se guardiamo all'Italia, dall'esame delle serie temporali di precipitazione emerge una sensibile e altamente significativa diminuzione del numero totale di eventi precipitativi in tutta Italia (mediamente del 12% dal 1880 a oggi), con un andamento degli eventi intensi difforme per quanto concerne quelli di bassa e elevata intensità, con un calo dei primi e un aumento dei secondi (vedi <http://bit.ly/Isac2003>). Non c'è da stupirsi che in un mondo più "caldo", dove per l'appunto la "gaussiana" delle temperature si è già spostata verso valori più elevati, si possano verificare più eventi estremi, sia connessi al campo termico sia a quello pluviometrico, e che

FIG. 1  
EVENTI ESTREMI

Lo spostamento della curva di distribuzione delle temperature del pianeta (la "gaussiana" delle temperature) determina un aumento di probabilità di estremi termici.



a loro volta causano più onde di calore, siccità e perturbazioni più intense (è già molto più controverso se potranno essere anche più numerose.) sia ai tropici che alle medie latitudini. Sicuramente un elemento importante è l'aumento dell'instabilità termodinamica determinata da un maggior riscaldamento nei bassi strati dell'atmosfera rispetto a quelli superiori. Parallelamente il maggiore riscaldamento ai poli rispetto alle aree delle basse e medie latitudini potrebbe al contrario ridurre la "baroclinicità" (connessa al gradiente di temperatura tra equatore e poli) dell'atmosfera rendendo meno frequenti le perturbazioni extra-tropicali, comprese quelle che entrano nel Mediterraneo provenendo dall'Atlantico o quelle che si generano, come meccanismi di ciclogenesi secondari, direttamente sul territorio italiano (ad esempio le ciclogenesi del golfo di Genova). Tali perturbazioni extra-tropicali potrebbero probabilmente risultare meno frequenti in numero, ma di maggior energia, anche nel bacino del Mediterraneo.

Questa eventualità potrebbe in qualche

maniera spiegare il minor apporto "medio" di pioggia su queste aree, al contrario di quanto potrebbe accadere sul Nord Europa, ma anche un aumento della "violenza" di tali eventi, che potrebbe al contrario registrarsi anche nelle aree del Sud Europa e del Mediterraneo. E quindi anche nel nostro Paese.

In definitiva i processi che conducono a queste modifiche del clima locale e degli eventi estremi sono molteplici, sia di natura dinamica che termodinamica. È necessaria una attenta analisi delle possibili variazioni indotte dai cambiamenti climatici per spiegare in modo razionale il perché delle modifiche del clima locale (ad esempio delle piogge e delle temperature), che appaiono emergere da quasi tutti gli scenari climatici prodotti dalle più recenti catene modellistiche climatiche globali e regionali oggi utilizzate.

**Carlo Cacciamani**

Arpa Emilia-Romagna

## BIBLIOGRAFIA

Meehl, G.A. and S. Bony, 2012. *Introduction to CMIP5. WCRP Coupled Model Intercomparison Project - Phase 5: Special Issue of the CLIVAR Exchanges Newsletter*, No. 56, Vol. 15, No. 2.

Scoccimarro E., Gualdi S., Bellucci A., Zampieri M., Navarra A., 2013. *Heavy Precipitation Events in a Warmer Climate: Results from CMIP5 Models*. *J. Climate*, 26, 7902-7911. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00850.1>

Taylor, K.E., R.J. Stouffer, G.A. Meehl, 2012. *An Overview of CMIP5 and the experiment design.* *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 93, 485-498, doi:10.1175/BAMS-D-11-00094.1.

# MIGLIORARE LA CAPACITÀ DI PREVISIONE

SPESSO, IN OCCASIONE DEI DISASTRI O NELLE CATASTROFI NATURALI CONNESSE AGLI EVENTI METEOROLOGICI, C'È QUALCHE PARAMETRO METEO CHE SUPERA UNA "SOGLIA" QUASI SEMPRE LEGATA AGLI EVENTI RARI. AUMENTANO LA CAPACITÀ DI PREVISIONE E I SISTEMI DI ALLERTAMENTO. OCCORRE UN ULTERIORE PASSO AVANTI PER LA PREVENZIONE.

**G**li eventi meteorologici estremi possono essere definiti con metriche diverse, connesse ad esempio alle energie in gioco, che identificano un fenomeno estremo nel suo complesso, in relazione a tutti gli altri eventi meteorologici. Per limitarci alla meteorologia delle nostre latitudini, una tromba d'aria può essere considerata un evento estremo, anche se, nell'ambito della categoria "trombe d'aria", potrebbe essere classificata come una di relativamente debole intensità. Più frequentemente si associa il concetto di "estremo" al verificarsi di un evento raro, in cui un parametro meteorologico (la pioggia, la temperatura, il vento ecc.) supera un valore della sua distribuzione corrispondente a frequenze basse, ossia che si verificano raramente (solitamente dal 5% all'1% di tutti i casi osservati). In altri casi, come nelle alluvioni o negli episodi di siccità, non sono i valori dei singoli parametri ad assumere un valore estremo, ma è piuttosto l'effetto cumulato nel tempo a risultare importante, o la sovrapposizione simultanea di più effetti diversi o, ancora, il superamento di un valore non estremo di per sé, ma importante per gli effetti che può avere ad esempio per un particolare ecosistema. Nell'accezione comune un evento meteorologico è considerato "estremo" quando determina impatti rilevanti sul territorio, sull'ambiente o sulla salute. In generale la relazione tra *eventi meteorologici estremi e disastri naturali* non è lineare perché intervengono altri valori quali la suscettibilità, la vulnerabilità, la capacità di far fronte all'evento e di mettere in atto azioni di contrasto che limitino i danni. Spesso però in occasione di disastri o di catastrofi naturali connesse agli eventi meteorologici, c'è qualche parametro meteorologico, o un valore



1

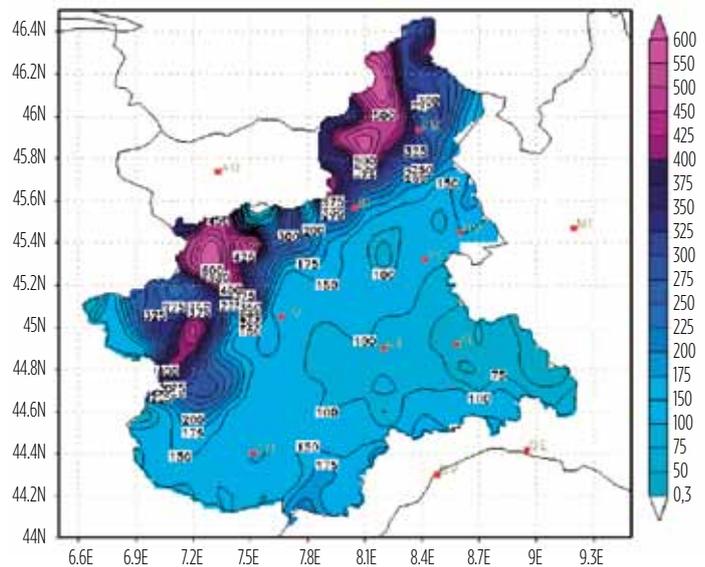


FIG. 1  
EVENTI ESTREMI,  
PIEMONTE

Precipitazione cumulata sul Piemonte dal 13 al 16 ottobre 2000.

cumulato di tale parametro, nonché qualche indicatore che integra più parametri, che supera una "soglia", quasi sempre legata agli eventi rari. Il superamento di una "soglia" è quindi spesso condizione necessaria, anche se non sufficiente, affinché si verifichi un evento in grado di generare impatti significativi. Questo dato, unito al miglioramento

della capacità di misurare i parametri meteorologici anche durante gli eventi estremi, di conoscerli e, in parte, di prevederli, ha consentito di sviluppare negli ultimi anni sistemi di allertamento a breve termine e di preavviso a più lunga scadenza, che, se associati ad azioni di prevenzione e contrasto da adottare a scala locale consentono una decisa mitigazione dei danni.

1 Nubifragio su Torino 29 luglio 2013.  
2 Esondazione della Dora a Torino nel corso dell'alluvione dell'ottobre del 2000.

## Migliora la capacità previsionale e il sistema di allerta

In Piemonte ad esempio, l'implementazione di un sistema di allertamento per rischio idrogeologico codificato, ha consentito la salvaguardia dell'incolumità delle persone nell'alluvione che ha colpito la regione nell'ottobre del 2000 rispetto a quella del 1994, a parità di precipitazione caduta e territorio coinvolto. L'estate del 2003, la più calda in assoluto dell'ultimo secolo in quasi tutta Europa, ha insegnato come una buona previsione delle condizioni di disagio e un sistema sanitario e socio-assistenziale preparato, possono limitare gli impatti sulla salute della popolazione più fragile. Gli episodi di siccità prolungata che ha vissuto l'intero Nord Italia negli anni 2001, 2003 e 2006 hanno determinato la consapevolezza sociale e politica, della necessità di gestire, preservare e valorizzare la risorsa idrica, limitata e non equamente distribuita nello spazio e nel tempo.

Possiamo dire che la capacità dei sistemi sociali, delle organizzazioni e delle istituzioni di mettere in campo le risorse naturali, culturali, sociali, psicologiche ed economiche, nel ridurre la suscettibilità ai danni e alle perdite dovute a eventi che generano impatti estremi si è decisamente sviluppata negli ultimi decenni.

Molto resta ancora da fare, soprattutto in un contesto di cambiamento climatico: anche se poche sono le conferme scientifiche attendibili delle variazioni degli estremi meteorologici nel nostro paese, da quando le misure sono una prassi e uno standard, il riscaldamento globale e gli effetti conseguenti che vengono proiettati per la fine del secolo, rappresentano una minaccia per il nostro sistema socio-economico.

Gli eventi meteorologici estremi sono attesi variare in intensità, durata e stagionalità e, sovrapposti a una situazione climatica mediamente mutata, possono

### EVENTI ESTREMI E DISASTRI NATURALI

Situazioni che determinano importanti impatti sociali ed economici diretti e indiretti



### ECCESSI DI MORTALITÀ NELL'ESTATE 2003, LA PIÙ CALDA DEL SECOLO

Nell'estate 2003 a Torino, come in altre grandi città italiane ed europee, si sono verificate condizioni climatiche caratterizzate da temperature e umidità elevate straordinarie per intensità e durata, che hanno determinato un significativo aumento della mortalità. La temperatura massima media dei mesi di giugno, luglio e agosto sul Piemonte è stata superiore alla media di quasi 5°C, pari a circa 6 deviazioni standard, inquadrandosi come l'estate più calda del secolo (figura 2).

La mortalità totale in Italia ha fatto registrare un eccesso di circa 20.000 persone; Torino ha visto un eccesso di 592 morti rispetto all'atteso, mentre rispetto all'estate 2002 la differenza è stata di 502 decessi con un incremento del 33%. L'entità numerica dell'eccesso rilevato rappresenta il valore più elevato mai raggiunto a Torino negli ultimi 30 anni e testimonia che si è stati in presenza di un evento eccezionale per durata, intensità dell'effetto e conseguenze sulla popolazione. L'aumento della mortalità è stato rilevato principalmente nella popolazione delle fasce di età anziane (>64 anni) e molto anziane (>74 anni), che da sole rappresentano rispettivamente il 93% e il 88% del totale dei casi in eccesso. La mortalità, differenziata anche per sesso, mostra che le donne sono più colpite rispetto agli uomini, e la distribuzione territoriale ha evidenziato un incremento soprattutto nelle zone periferiche e più depresse della città.

FIG. 2  
TEMPERATURA,  
PIEMONTE

Distribuzione della temperatura massima in pianura nella stagione giugno-luglio-agosto nel periodo 1958-2012. In blu il valore relativo all'estate 2003, in giallo il valore medio, in verde i valori medi più o meno una o due deviazioni standard.

Fonte: Dati ed elaborazione Arpa Piemonte.

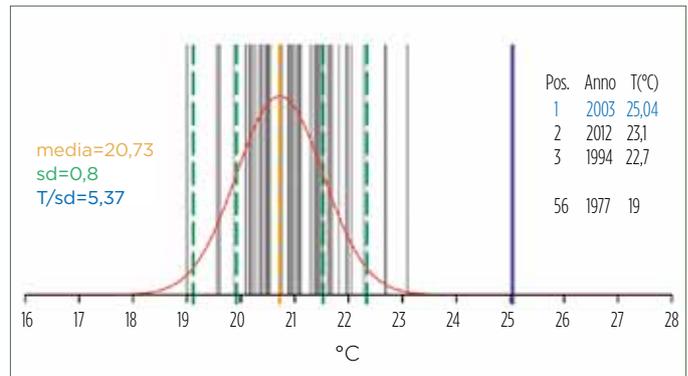


FIG. 3  
CLIMA, RISCHI  
E ADATTAMENTO

Sinergia tra i sistemi di previsione del rischio e le opzioni di adattamento al cambiamento climatico nel ridurre gli impatti degli eventi meteorologici estremi.



aggravare gli impatti connessi, anche per gli effetti indiretti. Il cambiamento climatico può infatti aumentare la vulnerabilità, con la degradazione degli ecosistemi, dei servizi degli ecosistemi e dell'ambiente, della qualità della vita, con la diminuzione della disponibilità delle risorse naturali e in generale, della resilienza della popolazione e delle organizzazioni. Anche l'esposizione a tali effetti può essere alterata, a lungo termine, dal cambiamento climatico, che può limitare l'accesso alle risorse delle persone in condizioni socio-economiche più disagiate e quindi aumentare in modo non equo l'esposizione delle persone più fragili. Il risultato potenziale è complessivamente quello di aumentare la gravità degli impatti se non si attuano misure di adattamento e sistemi di gestione del rischio che puntino ad aumentare la resilienza delle comunità, se si limitano le risorse economiche sulla prevenzione indirizzandole a obiettivi di più breve termine, se non si valorizza la capacità delle istituzioni e dei sistemi sociali di imparare, di mettere in gioco la conoscenza e l'esperienza, di individuare forme collaborative di condivisione di idee e azioni, di creare sistemi di *governance* sensibili e reattivi, tenendo conto dei benefici ambientali, economici e sociali su più larga scala che ne possono conseguire.

Renata Pelosini<sup>1</sup>  
Simona Barbarino<sup>2</sup>

- 1. Arpa Piemonte
- 2. Isac-Cnr

**NOTE**

Dati, elaborazioni e grafici disponibili al link [www.arpa.piemonte.it/rischinaturali](http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali).

Si ringrazia per la collaborazione il personale della struttura Meteorologia e clima di Arpa Piemonte.

**TEMPERATURE E PRECIPITAZIONI, GLI ULTIMI 50 ANNI IN PIEMONTE**

La ricostruzione di un dataset su grigliato regolare di temperatura e precipitazione dal 1958 a oggi - ottenuto integrando con tecniche opportune tutte le misure provenienti da stazioni meteorologiche che sono state o sono tuttora attive sul territorio piemontese - ha consentito di effettuare un'analisi statistica con un elevato dettaglio spazio-temporale dell'andamento dei parametri meteorologici sul territorio regionale.

Dalle analisi si conferma una tendenza all'aumento della temperatura, statisticamente significativa e quantificabile in 0.030°C/anno per le temperature massime e di 0.028°C/anno per le minime, con aumenti maggiori sulle zone montane e pedemontane, in particolare per le temperature minime.

È interessante notare come negli ultimi 20 anni rispetto ai 20 precedenti, si osservi non solo un aumento del valor medio della distribuzione dei valori della temperatura massima, ma come la forma della distribuzione cambi, evidenziando un aumento delle frequenze dei valori più alti e un aumento di 0.7°C nel valore del 95° percentile della distribuzione e di 0.91°C nel 99° percentile, a dimostrazione di come gli estremi di temperatura connessi a potenziali situazioni di criticità per la salute siano aumentati nel periodo considerato. Il trend dei valori massimi è infatti significativo ed è pari a 0.046°C all'anno.

Le precipitazioni, analizzate nello stesso periodo, non mostrano invece tendenze statisticamente significative nei valori medi, mentre si evidenzia un trend statisticamente significativo per le precipitazioni intense (1.45mm/anno, figura 4). Anche la media e la massima lunghezza dei periodi secchi per anno mostrano un trend lineare positivo statisticamente significativo quantificabile rispettivamente in 0.23 e 0.26 giorni/anno considerando gli ultimi 20 anni (periodo secco: numero di giorni consecutivi in cui la precipitazione non supera il valore di 1 mm al giorno).

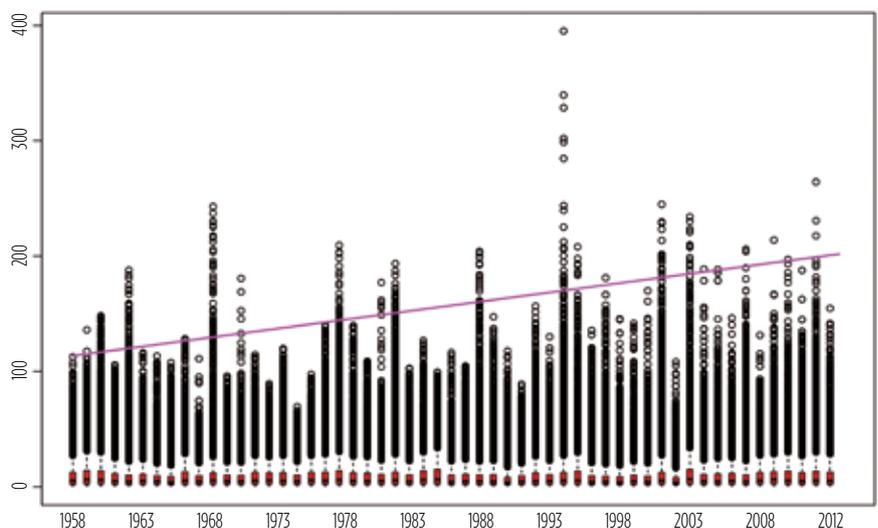


Fig. 4 Distribuzioni annuali di valori di precipitazione giornaliera (maggiori di 1 mm) nel periodo 1958-2012. Si evidenziano gli estremi della distribuzione degli anni corrispondenti alle grandi alluvioni che hanno colpito il Piemonte. In viola il trend lineare dei massimi del periodo.

L'INCONTRO PUBBLICO A MILANO DEL 10 OTTOBRE 2013

LE NOVITÀ SCIENTIFICHE E L'INIZIATIVA INTERNAZIONALE PER AGIRE SUL CLIMA

Il 10 ottobre 2013 si è svolto a Milano, presso Palazzo Pirelli, l'incontro pubblico "Le novità della scienza del clima, come cambieranno l'Europa e il Mediterraneo", per presentare il Primo Volume (Wg1) del Quinto rapporto di valutazione (Ar5) dell'Ipcc, che ha visto il coinvolgimento di 859 scienziati di tutto il mondo ed è stato sottoposto a un processo di revisione in più fasi.

L'incontro è stato promosso da Italian Climate Network e dal Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici con l'obiettivo di illustrare e commentare i risultati del volume Wg1 "Le basi scientifiche dei cambiamenti climatici". Relatori del convegno sono stati alcuni scienziati italiani esperti di climatologia, che hanno contribuito a vario titolo alla stesura del rapporto: Sergio Castellari (Focal Point Ipcc per l'Italia), Sandro Fuzzi (Cnr, review editor dell'Ar5 per la parte relativa a "Nuvole e aerosol"), Alessio Bellucci (Cmcc, autore di alcune simulazioni modellistiche utilizzate nel rapporto), Paolo Ruti (Enea, contributing author per il capitolo 14 dell'Ar5 su "Fenomeni climatici e loro rilevanza per il cambiamento climatico futuro a scala regionale").

Dalle presentazioni della giornata sono emersi alcuni dati su cui c'è ormai un vasto consenso nella comunità scientifica: il riscaldamento globale può essere considerato "virtualmente certo", come testimonia la crescita rapida della temperatura media globale nell'ultimo trentennio, confrontata con il passato attraverso un numero sempre più elevato di serie osservative;

così come c'è evidenza scientifica sull'aumento del livello del mare e sulla riduzione dei ghiacciai. Il Quinto rapporto riconosce che con le sole "forzanti naturali" non si può dar conto dell'aumento di temperatura osservato e quindi attribuisce, con un buon 95% di probabilità, all'attività antropogenica (emissioni di gas-serra, aerosol e cambi di uso del suolo) una responsabilità di più del 50% nell'aumento di temperatura dal 1951 al 2010.

Anche la modellistica climatica ha fatto grandi passi avanti e per il Quinto rapporto è stata messa a disposizione una mole di dati 40 volte più grande rispetto al quarto rapporto: sono state inserite previsioni climatiche a breve termine e si sono valutati moltissimi modelli con diversi scenari e diverse performance per giungere a risultati il più possibile attendibili e condivisi.

Con la lente d'ingrandimento sul livello locale si possono individuare gli impatti significativi del *climate change* già osservati e attesi nell'area del Mediterraneo: negli ultimi anni si evidenzia un'elevata frequenza degli eventi estremi verificatisi (com'è avvenuto anche in altre parti del mondo) ed è attualmente possibile fare delle valutazioni d'impatto, ad esempio sul settore energetico, per zone molto localizzate, come può essere il nord Adriatico.

Al termine degli interventi dei climatologi sul Wg1 del Quinto rapporto dell'Ipcc, Veronica Caciagli, presidente dell'Italian Climate Network, ha presentato le iniziative del Global-Power-Shift, la più grande manifestazione globale per il clima organizzata dal network internazionale 350.org, chiedendo a tutti i presenti di impegnarsi in maniera attiva per costruire un percorso dal basso anche in Italia, per contribuire con azioni comunicative concertate a "fare qualcosa per il clima". Le presentazioni della giornata sono disponibili sul sito dell'Italian Climate Network [www.italiaclima.org](http://www.italiaclima.org).



FOTO: CLAUDIA GALEGARI - ITALIAN CLIMATE NETWORK

PROGETTO SCUOLA SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI

DA ITALIAN CLIMATE NETWORK UN'OPPORTUNITÀ PER GLI STUDENTI ITALIANI

Italian Climate Network, associazione di cittadini, aziende, Ong impegnati nel risolvere la questione climatica e assicurare all'Italia un futuro sostenibile e partner italiano di 350.org, ha promosso a partire dall'anno scolastico 2013/2014 il "Progetto Scuola", rivolto alle scuole secondarie di primo e secondo grado, con l'obiettivo di proporre un programma incentrato sulla questione dei cambiamenti climatici, che tenga conto del contesto in stretta connessione con i temi dello sviluppo sostenibile, dell'energia, dell'economia, dell'alimentazione e dell'agricoltura.

Vengono proposti incontri unici, percorsi didattici e iniziative di formazione del corpo docente

Ai ragazzi che si dimostreranno più attivi nel triennio 2013-2015, Italian Climate Network proporrà un percorso di avvicinamento alla conferenza delle Nazioni unite Cop21 (Parigi, 2015), alla quale potranno partecipare come membri di Youngo, movimento internazionale giovanile per il clima.



Per informazioni:  
 Federico Brocchieri - Referente Progetto Scuola  
[federico.brocchieri@italiaclima.org](mailto:federico.brocchieri@italiaclima.org)  
<http://italiaclima.org/index.php/attivita/scuole>

# COME CAMBIA IL RISCHIO IDROGEOLOGICO

IN ITALIA, L'ANDAMENTO DEI FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO MOSTRA UN PROGRESSIVO AUMENTO DEL RISCHIO PER LA POPOLAZIONE. È NECESSARIA UN'ADEGUATA AZIONE DI MONITORAGGIO DEL TERRITORIO. LE AZIONI DI ADATTAMENTO DEVONO CONSIDERARE IL MIGLIORE BILANCIAMENTO FRA AZIONI STRUTTURALI E NON STRUTTURALI.

**G**li eventi catastrofici di dissesto idrogeologico (inondazioni, colate detritiche, frane, fenomeni erosivi, sprofondamenti) che si sono verificati di recente in Italia hanno ripresentato all'attenzione dell'opinione pubblica il tema dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla frequenza e sull'intensità di eventi estremi di natura idrologica e geomorfologica. In Italia, l'andamento dei fenomeni di dissesto idrogeologico negli ultimi cinquanta anni mostra un progressivo aumento del rischio per la popolazione. L'espansione urbana che ha interessato tutto il paese in modo rilevante dal dopoguerra ha determinato l'antropizzazione di territori fragili, esponendo a un rischio

elevato la popolazione. L'urbanizzazione della popolazione ha anche mutato la percezione del rischio da parte della popolazione stessa.

## Gli impatti, risultato di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione

La tipologia, l'estensione e la severità degli impatti (le "conseguenze") causati da eventi estremi di natura idrogeologica dipendono dalle caratteristiche fisiche degli eventi estremi, dalla loro interazione con gli elementi esposti al rischio, e dalla loro vulnerabilità (Ipcc, 2012). Gli estremi idrologici, l'esposizione al rischio, e la vulnerabilità degli elementi

esposti sono influenzati da numerosi fattori, incluse le variazioni del clima derivanti da cause naturali e antropiche, le variazioni ambientali e lo sviluppo socio-economico. È difficile separare i contributi dei diversi fattori come sarebbe necessario fare per isolare l'impronta del cambiamento climatico sugli effetti degli eventi estremi. È necessario conoscere le variazioni delle forzanti del sistema unitamente agli effetti che esse provocano. Da ciò deriva la necessità di una adeguata azione di monitoraggio del territorio basata su una rete capillare di rilevamento meteo-idro-geologico, su un censimento delle situazioni che nel passato hanno palesato criticità, su di un'accurata cartografia dei dissesti, e su di un catalogo degli eventi

FIG. 1  
IMPERMEABILIZZAZIONE  
E CAMBIAMENTO CLIMATICO

Percentuale di impermeabilizzazione dell'area urbana (punti da verde a rosso) e il cambiamento previsto negli estremi di precipitazione. L'azione congiunta dei due fattori contribuisce a un aumento di rischio.

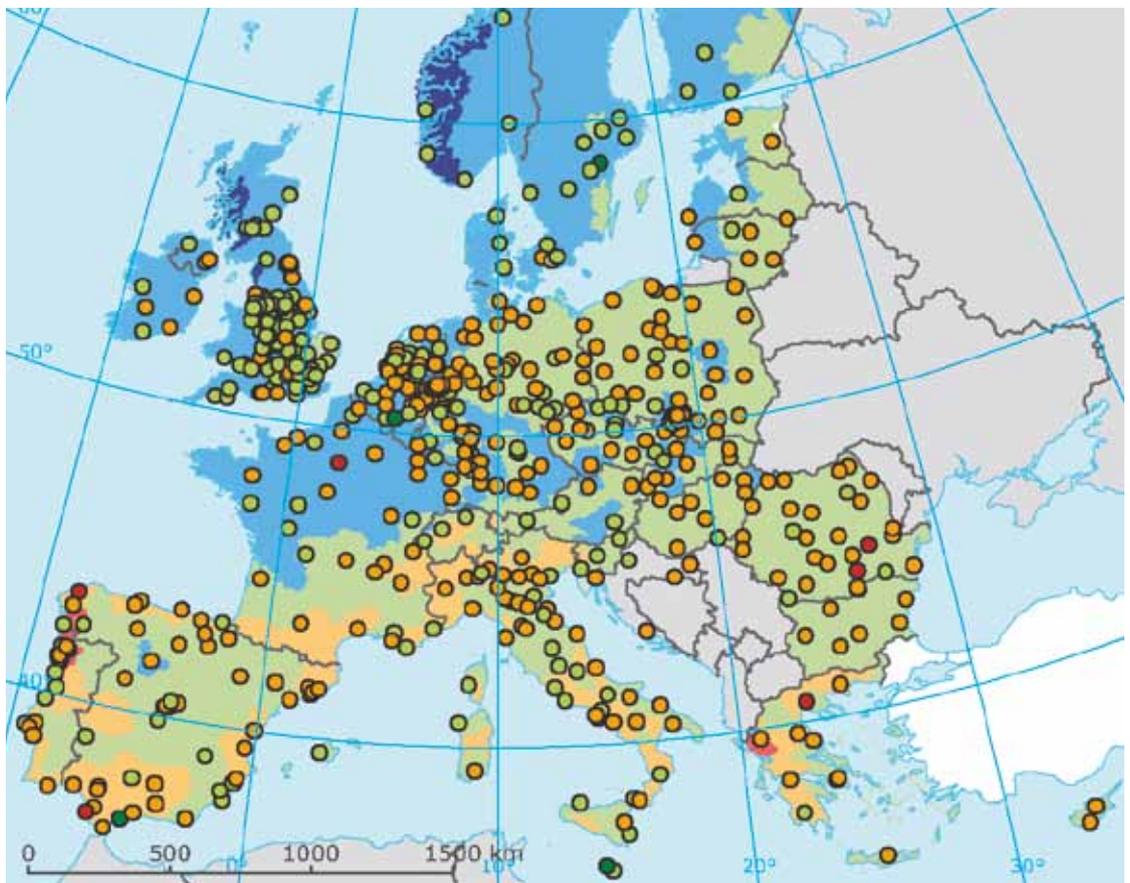
Fonte: Eea, 2012

Percentuale media di impermeabilizzazione dell'area urbanizzata (U<sub>mz</sub>)

- 7-24
- 25-49
- 50-74
- 75-100

Variatione nella media annuale di giorni con precipitazioni estreme (> 20 mm/g)

- -8,0 - -5,0 ↑ diminuzione
- -4,9 - -1,0
- -0,9 - -1,0
- 1,1 - 5,0 ↓ aumento
- 5,1 - 13,1



passati di dissesto per la valutazione delle loro conseguenze, che non si limitano agli eventi severi, ma include anche eventi d'intensità moderata o bassa. Ciò perché in Italia l'impatto cumulato di eventi d'intensità moderata o bassa è significativo, e in grado di condizionare le strategie di adattamento e di mitigazione del rischio.

## Cambiamento climatico e cambiamento idrologico

Lo studio dell'impatto dei cambiamenti climatici sui dissesti geologici e idraulici deve essere condotto analizzando le variazioni ambientali nella loro interezza. Occorre analizzare il sistema congiunto clima-meteorologia-idrologia-geologia, includendo negli studi d'impatto l'analisi del cambiamento idrologico, ossia il cambiamento del sistema che fa da tramite fra le sollecitazioni climatiche e i fenomeni di dissesto. Tale sistema include il bacino idrografico, il suolo, il sottosuolo e i tessuti urbani. L'analisi del sistema ambiente nel suo complesso è la chiave per decifrare l'impatto dei cambiamenti climatici, e per la corretta pianificazione di misure di mitigazione e adattamento. Gli effetti del cambiamento climatico sui fenomeni di dissesto sono eterogenei, sostanzialmente perché diversa è l'azione filtro, ossia la relazione causa-effetto, operata dal bacino idrografico. Lo stesso cambiamento climatico produce effetti diversi in dipendenza delle caratteristiche dell'area geografica dove si verifica la sollecitazione climatica.

Il cambiamento climatico in atto agisce su due elementi essenziali del clima: le temperature e le precipitazioni. Mentre le variazioni nel regime pluviometrico hanno effetti più omogenei sul territorio nazionale, l'aumento delle temperature ha effetti che variano in funzione della quota e della latitudine. Alle quote e alle latitudini più basse, l'aumento della temperatura comporta un incremento dell'evapotraspirazione, con effetti prevalentemente (anche se lievemente) stabilizzanti. A quote e latitudini più elevate, prevale il maggiore apporto idrico dovuto alla fusione di neve, ghiaccio e permafrost, oltre che all'innalzamento dell'isoterma zero, con un incremento delle precipitazioni liquide rispetto a quelle nevose. In questo caso, gli effetti del rialzo termico sono prevalentemente destabilizzanti.

Le evidenze scientifiche sembrano indicare che i sistemi più vulnerabili al cambiamento sono i bacini idrografici alpini, più in generale di alta quota,

e i bacini di piccole dimensioni caratterizzati da una risposta rapida. Detti bacini subiscono anche importanti variazioni del regime del trasporto solido e sedimentologico, che possono innescare fenomeni di dissesto in alveo e versante. Occorre anche considerare che i fenomeni di perturbazione descritti sono sensibili alla stagionalità della modificazione climatica. L'Italia possiede i dati, le informazioni e le risorse per completare un esame critico della situazione del Paese, in tempi compatibili con le esigenze ambientali e sociali.

## Le azioni di adattamento

Le azioni di adattamento devono considerare attentamente il migliore bilanciamento fra azioni strutturali e non strutturali, considerando la complessità e la fragilità del territorio italiano. Per quanto riguarda gli interventi strutturali esistono pratiche riconosciute che in un contesto di accelerato cambiamento climatico perdono di validità scientifica e in alcuni casi metodologica. Nella determinazione delle variabili progettuali, 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. È quindi evidente l'inadeguatezza del concetto stesso di tempo di ritorno in un contesto di cambiamento climatico. Attualmente la letteratura scientifica sta proponendo concetti alternativi che possono essere utilizzati anche in presenza di serie non stazionarie. È pertanto opportuno raggiungere un nuovo accordo sui riferimenti utilizzati nella progettazione che tenga conto del contesto "non stazionario" in cui ci stiamo muovendo. Sulla base dell'ampliamento del quadro conoscitivo in merito alla vulnerabilità e al rischio del territorio che tiene in considerazione il cambiamento climatico, è necessario identificare le zone a maggior

rischio con lo scopo di assegnare priorità agli interventi strutturali più urgenti che necessariamente si confrontano con risorse disponibili limitate. La mancanza di conoscenza dei fenomeni da contrastare, legata alle scarse risorse destinate alle indagini, rallenta l'attuazione degli interventi di difesa del suolo. Per questo è fondamentale conoscere in modo approfondito il fenomeno da contrastare al fine di progettare la tipologia di intervento più adeguata.

È necessario introdurre nelle strategie di adattamento il concetto di "rischio sostenibile", partendo dalla considerazione che, anche indipendentemente dai cambiamenti climatici e ambientali in atto o previsti, non è possibile garantire una sicurezza completa ("rischio nullo"), sempre e comunque, e per tutti gli elementi vulnerabili. A tale scopo, la strategia di adattamento dovrà anche considerare la possibilità di adottare schemi assicurativi, pubblici o privati, che non dovranno sostituire o attenuare la responsabilità pubblica sull'adozione di politiche e strumenti adeguati di previsione, prevenzione e gestione del rischio, bensì, in via sussidiaria e complementare, saranno espressione dell'assegnazione al mercato di una parte del rischio connesso a fenomeni di dissesto.

Nell'ambito della gestione del rischio sostenibile assumono fondamentale importanza sistemi di allerta precoce affidabili e in grado di raggiungere in maniera efficace la popolazione esposta al rischio. In questo contesto, investimenti su tecnologie di monitoraggio, miglioramento della modellistica, ma soprattutto miglioramento della comunicazione al cittadino e della sua percezione del rischio, sono da considerarsi come misure di adattamento "non strutturali" tra le più efficaci almeno per quanto riguarda specifici rischi diffusi sul territorio italiano (frammento superficiale, piene improvvise).

**Roberto Rudari**

Fondazione Cima  
www.cimafoundation.org

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ipcc (International Panel on Climate Change), 2012, *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., Qin, D., Dokken, D. J., Ebi, K. L., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Plattner, G.-K., Allen, S. K., Tignor, M., Midgley, P. M. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 582 pp., <http://ipcc-wg2.gov/SREX>.

Eea (European Environment Agency), 2012, *Urban adaptation to climate change in Europe*, Eea Report No 2/2012, [http://bit.ly/urban\\_adapt](http://bit.ly/urban_adapt).

# DIFESA IDROGEOLOGICA, SERVE UN APPROCCIO PROATTIVO

LE ANOMALIE CLIMATICHE COMPORTANO RILEVANTI MODIFICAZIONI NEL REGIME DEI DEFLUSSI. LA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DIFENSIVE DEVE PREVEDERE UNA REVISIONE E SI DEVE PROMUOVERE UNA GESTIONE BASATA SU PREVENZIONE, PROTEZIONE E PREPARAZIONE.

Nel corso dell'ultimo decennio le intense e protratte anomalie climatiche hanno ormai quasi unanimemente indotto la comunità scientifica ad ammettere l'esistenza di una modificazione del clima osservato, dovuta alle attività umane. Durante l'ultimo secolo, l'uomo ha provocato un profondo mutamento nella composizione dell'atmosfera terrestre per quanto riguarda specie chimiche che, se pur presenti in quantità molto ridotte, contribuiscono in modo sostanziale alla determinazione dell'equilibrio radiativo del nostro pianeta. Variazioni anche piccole nelle concentrazioni di "gas serra" possono modificare la forzatura radiativa del clima e l'equilibrio del sistema climatico terrestre a livello sia globale che regionale. Se la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra rappresenta la priorità internazionale per rallentare i cambiamenti del clima, combattere le conseguenze negative del cambiamento climatico e procedere verso l'adattamento rappresenta una priorità nazionale per molti contesti ambientali e territoriali italiani sensibili alle variazioni climatiche come, ad esempio, il rischio idrogeologico. A tal riguardo, appare opportuno precisare il significato dei termini di mitigazione e adattamento. In un contesto idrologico e ingegneristico, il termine mitigazione si riferisce ai metodi impiegati nella riduzione degli effetti del rischio idrogeologico. Tali metodi si dividono in misure strutturali (sistemi arginati, casse di espansione ecc.) e misure non strutturali (pianificazione del territorio, sistemi di allertamento ecc.). Tuttavia, in un contesto di cambiamento climatico, il termine mitigazione si riferisce alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e l'azione di mitigazione si combina con quella di adattamento nei sistemi naturali o antropizzati in risposta alle sollecitazioni climatiche attuali o attese. Pertanto, restando nel tema dei cambiamenti climatici, le misure strutturali e non strutturali rappresentano l'adattamento ai futuri impatti climatici da parte di una comunità al fine di ridurre opportunamente il rischio degli eventi

estremi temibili. Proprio secondo tale definizione, la protezione e la prevenzione dal rischio idrogeologico rappresentano un adattamento al clima che cambia. Quantunque sia difficile e molto complesso prevedere il clima del futuro, specialmente a una scala spaziale ridotta come quella italiana, ancor più complesso e difficile appare prevederne le conseguenze sul ciclo idrologico, ad esempio sui regimi pluviometrici e idrometrici. Le analisi di dati idrologici da parte delle Agenzie ambientali di Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta e Veneto, territorialmente interessate al bacino del fiume Po, hanno recentemente confermato e specificato a livello regionale quanto pubblicato dall'Ipcc. Premesso che le analisi climatiche sono fortemente condizionate dalle scale temporali e spaziali cui si riferiscono, a causa della non stazionarietà dei fenomeni e della loro alta disomogeneità spaziale, si osserva un aumento delle temperature massime annue con trend lineari e costanti di crescita di circa 0.5 °C ogni 10 anni, pari a circa 2°C dal 1960 a oggi, che potrebbero arrivare a 3 o 4 °C alla fine del secolo attuale. Tale segnale è visibile in tutte le stagioni; in particolare, durante la stagione estiva si osservano valori di temperature massime sempre superiori ai valori climatici di riferimento. Per quanto concerne le precipitazioni si denota una generale tendenza negativa che sembra essere dovuta a una diminuzione repentina del valor medio della distribuzione, avvenuta all'inizio degli anni 80, più che a una graduale e costante diminuzione delle piogge in tutto il periodo. Il cambiamento del regime pluviometrico nei valori medi annui appare meno immediato da cogliere. In generale si rileva un aumento dell'intensità dei singoli eventi piovosi ma una riduzione complessiva del numero di eventi, col risultato di un rilevante calo delle precipitazioni medie annue di circa il 20% nell'ultimo trentennio. Il calo è più evidente in primavera e in estate (sino al 50%) e molto meno in autunno, stagione durante la quale le precipitazioni medie non diminuiscono, ma aumenta molto la

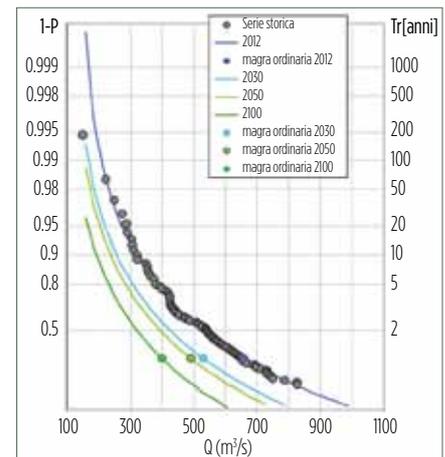


FIG. 1 VARIAZIONE PORTATA

Scenari di variazione della portata di magra ordinaria del Po a Pontelagoscuro in condizioni di cambiamento negli anni 2030, 2050 e 2100.

variabilità interannuale. Le precipitazioni nevose e il volume dei ghiacciai alpini risultano essere in forte calo. La copertura nevosa, che rappresenta una risposta integrata alle variazioni di temperatura e precipitazioni, subisce le maggiori riduzioni in primavera e nel passaggio autunno-inverno, poiché la stagione di accumulo della neve al suolo è ritardata, mentre quella di fusione è anticipata. Contestualmente, la deglaciazione ha portato alla perdita di circa il 40% della superficie dei ghiacciai. Alle modificazioni significative della distribuzione, durata e intensità delle precipitazioni liquide e nevose fanno seguito rilevanti modificazioni del regime dei deflussi superficiali e sotterranei: aumentano i periodi di esposizione al rischio di siccità e alluvioni; aumentano probabilità e intensità degli episodi di intrusione del cuneo salino; si osserva il deterioramento della qualità dell'acqua (minore diluizione, maggiori temperatura e contenuto di nutrienti) e degli ecosistemi associati; aumenta l'esposizione ai rischi idraulico, di desertificazione e sanitario; alcune opere idrauliche diventano progressivamente inadeguate e insufficienti. L'applicazione di opportune tecniche numeriche e stocastiche, basate su modelli globali e locali di simulazione del clima, consentono di definire scenari

TAB. 1  
INTRUSIONE  
DEL CUNELO SALINO

Delta branches	2012			2030			2050			2100		
	Q	HWS	LWS									
	m <sup>3</sup> /s	km	km									
<b>Gnocca</b>	111,1	6,8	4,3	89,2	8,3	5,8	82,7	8,9	6,4	67,1	10,7	8,2
<b>Goro</b>	62,6	10,5	5,5	50,6	12,6	7,6	47,0	13,4	8,4	38,4	15,8	10,8
<b>Tolle</b>	81,6	7,7	5,9	64,6	8,9	7,1	59,5	9,3	7,5	47,8	10,6	8,8
<b>Maistra</b>	26,8	8,3	4,3	21,5	9,7	5,7	19,9	10,2	6,2	16,2	11,7	7,7
<b>Pila</b>	375,6	10,7	6,5	303,6	12,2	8,0	281,7	12,7	8,5	229,8	14,2	10,0

Scenari di massima intrusione del cuneo salino in alta (HWS) e bassa marea (LWS) nel delta del fiume Po in condizioni di cambiamento negli anni 2030, 2050 e 2100.

futuri di clima locale e di valutare gli impatti conseguenti sul ciclo idrologico. Un esempio applicativo è la variazione della magra ordinaria (definita come la portata che supera o uguaglia le minime portate annuali verificate in una sezione idrometrica in 3/4 degli anni di osservazione) alla sezione del Po a Pontelagoscuro in condizioni di cambiamento climatico, simulato mediante una modellistica numerica integrata di tipo climatico, idrologico e di bilancio idrico. I risultati delle suddette simulazioni, rappresentati in *figura 1*, evidenziano una significativa diminuzione della magra ordinaria nei tre scenari di riferimento (2030, 2050 e 2100).

A tali scenari, caratterizzati da importanti diminuzioni delle portate di magra, corrispondono aumenti significativi della massima intrusione del cuneo salino, che dall'Adriatico risale in tutti i rami che compongono il delta del Po (*tabella 1*) durante un ciclo di marea, determinando condizioni di difficile prelievo idrico per l'agricoltura praticata nel territorio interessato.

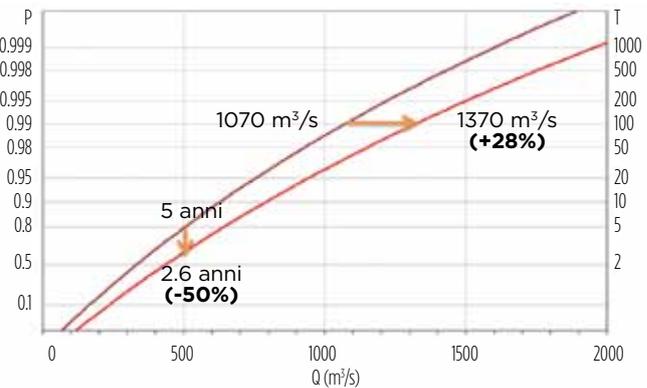
Scenari di cambiamento climatico, mediante approcci modellistici numerici e stocastici, possono essere di valido aiuto anche nella determinazione delle portate al colmo di piena. Ad esempio, mediante un approccio stocastico, è possibile derivare analiticamente la distribuzione di probabilità dei massimi annuali di portata al colmo dalla distribuzione delle precipitazioni. Tale metodologia applicata al bacino del Parma chiuso a Ponte Verdi evidenzia come una variazione della precipitazione media influenzi significativamente il tempo di ritorno dei massimi annuali delle portate al colmo di piena, risultando più frequenti le piene più severe rispetto al periodo di osservazione (*figura 2*).

Storicamente la riduzione del rischio da inondazione in Italia si è basata essenzialmente sulla costruzione di opere di difesa, quali arginature e opere di laminazione, con lo scopo di aumentare la resistenza strutturale. Tuttavia, opere di difesa ormai datate spesso non soddisfano tale requisito a causa della insufficienza

FIG. 2  
VARIAZIONE PIENE

Effetti di una variazione del 20% di precipitazione nel bacino del Parma sulla distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle portate al colmo di piena alla sezione di Ponte Verdi.

— GEV - diretta  
— GEV - CC



o addirittura assenza di informazione sugli eventi di piena fluviale, che solo successivamente alla realizzazione si sono mostrati con tutte le loro caratteristiche di straordinaria rarità. Inoltre, la progettazione delle strutture difensive si è sempre basata sull'ipotesi di stazionarietà, assumendo che le caratteristiche stocastiche del passato siano rappresentative anche del futuro. Probabilmente, a seguito di questa assunzione, un'opera di difesa progettata con una portata al colmo di piena di assegnato tempo di ritorno potrebbe evidenziare un rischio idraulico residuo maggiore di quello assunto in fase di progettazione, proprio a causa degli effetti dei cambiamenti climatici, che impongono condizioni di non stazionarietà. Importanti opere ingegneristiche, ma anche opere idrauliche minori, necessiterebbero di una revisione progettuale per fronteggiare opportunamente le mutate condizioni climatiche. Spesso però la riprogettazione di un'opera si scontra con i vincoli imposti dai costi di costruzione da sostenere, dalla necessità di ulteriore spazio, dai tempi di realizzazione, dagli impatti sull'ambiente, oltre che dall'incertezza che caratterizza le proiezioni climatiche e le grandezze idrologiche e idrauliche da assumere in progetto. Un approccio bilanciato con soluzioni alternative a quelle costruttive potrebbe allora essere riproposta al fine di ridurre in modo significativo le perdite da parte delle popolazioni rivierasche conseguenti agli eventi alluvionali, sostenendo contemporaneamente una maggiore consapevolezza del grado di sicurezza esistente. Si tratta di tenere da

una parte le acque lontane da ciò che si vuole difendere, ma di tenere anche lontano dalle stesse acque ciò che si sta difendendo. Pianificazione del territorio, sistemi di allertamento con associati piani di protezione civile per preparare ed effettuare le evacuazioni eventualmente necessarie dalle aree soggette a pericolo di allagamento, codici di comportamento, educazione e formazione, consapevolezza del rischio sono solo alcune delle misure che concorrono nell'adozione della buona pratica per la difesa territoriale. Il cambiamento di rotta dall'approccio difensivo a quello proattivo trova riscontro anche nella recente normativa europea, in particolare nella direttiva 2007/60/CE, che afferma l'efficacia dei programmi di gestione delle piene basati sulla prevenzione, protezione e preparazione. Promuovendo appropriati utilizzi del territorio e delle buone pratiche, applicando misure strutturali e non strutturali per la difesa dal rischio idrogeologico, informando la popolazione dei rischi associati agli eventi naturali estremi, si potrà consentire una riduzione significativa delle cause di tragedie umane, perdite economiche, danni sociali e importanti disastri ambientali, amplificati dai futuri cambiamenti climatici.

**Maurizio Mainetti<sup>1</sup>, Silvano Pecora<sup>2</sup>**

1. Direttore Agenzia regionale di Protezione civile, Regione Emilia-Romagna

2. Responsabile area Idrografia e idrologia, Arpa Emilia-Romagna

# DOBBIACO, INTRAPRENDERE LA GRANDE TRASFORMAZIONE

NEI COLLOQUI DI DOBBIACO 2013 HANNO PRESO LA PAROLA STUDIOSI E IMPRENDITORI PER ILLUSTRARE UN FUTURO CHE FORSE È GIÀ COMINCIATO: IL CAMMINO VERSO UNA SOCIETÀ POST-CONSUMISTA, POST-FOSSILE E POST-CRESCITA. GLI IMPRENDITORI HANNO E AVRANNO UN RUOLO CENTRALE IN QUESTA GRANDE TRASFORMAZIONE.

**C**ambia il messaggio a seconda di chi parla e da dove parla. Nei *Colloqui di Dobbiaco 2013* hanno preso la parola due gruppi: gli studiosi con discorsi sull'imprenditoria sostenibile maturati nei loro studi scientifici e imprenditori con discorsi su fare impresa in modo sostenibile, maturati in azienda. L'imprenditore sostenibile secondo Stephan Schaltegger, che ha una cattedra di *Sustainability Management* all'Università di Lüneburg, non è una persona particolarmente filantropica, ma una persona che sa fare i conti. Il *business case* sostenibilità consiste nel mettere in tavola tutti gli ambiti in cui un'impresa può ridurre il suo impatto ambientale. Compito dell'imprenditore è poi di analizzare quali di questi fattori potrebbero giocare un ruolo positivo, anche sui ricavi dell'impresa, guardando le opzioni di cambiamento e innovazione e valutando gli effetti per quanto riguarda costi, rischi, ricavi, reputazione, fidelizzazione dei collaboratori, innovazione e modello aziendale. Schaltegger è convinto di poter dimostrare empiricamente che determinate misure a favore della sostenibilità dell'impresa la rendono anche più redditizia in modo che, fino a un certo punto, le due variabili crescono insieme.

## Il business case della sostenibilità

Migliorare ulteriormente l'efficienza energetica e l'impiego delle risorse, imporre standard ambientali più stringenti sui fornitori, ridurre ulteriormente le emissioni del ciclo produttivo nell'aria e nell'acqua e altre misure possono ridurre i costi della produzione e aumentare le vendite. Oltre un certo punto ai costi aggiuntivi per alzare il livello di sostenibilità non coincidono più ricavi corrispondenti: i guadagni diminuiscono. Si tratta quindi di trovare il punto ottimale tra costi,



FOTO: ITALO CANE

per rendere l'impresa più sostenibile, e aumento dei ricavi. È questo il business case della sostenibilità. Un caso non statico ma dinamico, perché i successi per la sostenibilità sono ripresi da altri attori sul mercato in una dinamica che rende un determinato livello di sostenibilità una *nuova normalità* – la benzina senza piombo, i catalizzatori nelle automobili – e allarga il campo delle misure; la plastica biodegradabile e i prodotti “km zero” ne sono esempi.

Queste riflessioni hanno qualcosa di rassicurante, mettono la sostenibilità in una prospettiva evolutiva con un fondamento micro-economico. Potrebbe lasciare insoddisfatto chi aderisce a una trasformazione più radicale e veloce e non si fida del mercato come forza sufficiente per cambiare la rotta di un sistema economico vorace che sta creando danni irreversibili sempre più grandi alla biosfera.

Un indicatore lampante è l'*Earth overshooting day* del *Global Footprint Network*, che segna la data in cui ogni anno l'umanità ha esaurito il suo budget

ecologico, cioè le risorse rinnovabili e le capacità di sequestro della CO<sub>2</sub> rispetto a quanto il pianeta è in grado di mettere a disposizione annualmente. Nel 1993 la data era il 21 ottobre, nel 2013 il 20 agosto, dopo quel giorno l'umanità ha consumato più risorse di quanto la Terra è in grado di rigenerare e vive direttamente dalla “sostanza”, dalle risorse che non potranno mai più essere rigenerate. Questo era il punto di partenza di Daniel Dahm del *Wuppertal Institut* per un discorso sulla necessità di fermare l'esternalizzazione dei costi come causa principale del sovrautilizzo delle risorse per arrivare alla svolta necessaria di far rientrare le economie occidentali nei limiti della capacità di sostentamento della biosfera.

Anche per lui il mercato rimane la forza principale che conduce il processo, però vanno cambiate le regole di contorno introducendo l'obbligo per le imprese di utilizzare con oculatazza le risorse collettive rigenerabili (ecosistemi, biodiversità, fertilità del suolo, clima), facendosi carico della loro rigenerazione



e di sostituire le risorse impiegate non rigenerabili (materie prime) con altre rigenerabili o recuperando materie prime da quelle smaltite.

Nel dibattito, che nei Colloqui di Dobbiaco tradizionalmente prende ampi spazi, sorgeva qualche perplessità sulle *chance* politiche di una legislazione che cambierebbe profondamente le condizioni quadro dei mercati. Sorprendente è però che né in questa occasione, né in nessun altro momento dei Colloqui è stato messo in discussione il mercato come meccanismo centrale per l'allocazione di beni e servizi.

L'altra parte dei contributi sono arrivati da coloro che devono affermarsi sul mercato di oggi, con le proprie visioni e valori di sostenibilità: Federica Angelantoni con Archimede Solar Energy, Valentino Mercati con Aboca, Gabriele Centazzo con Valcucine, Alois Lageder e Lucas Meindl, con il vino e le scarpe che portano da molte generazioni i loro nomi, e Änder Schanck con Oikopolis, un supermercato del biologico in Lussemburgo.

Quello che accomuna gli imprenditori sostenibili è che ognuno dei presenti – e sicuramente non solo loro – hanno una visione della propria opera che va ben oltre l'accumulazione di capitale. Per Federica Angelantoni l'azienda farà parte di un sistema energetico basato sulla produzione di energia rinnovabile a livello intercontinentale, che si estende dai grandi impianti eolici nel mare del Nord fino agli impianti solari a concentrazione di Archimede nel Sud dell'Italia e in Nord Africa per non solo aprire l'uscita dall'era del fossile, ma anche portare energia, lavoro e sviluppo ai paesi maghrebini.

Per Valentino Mercati è la visione di un mondo dove cresce la consapevolezza

## I COLLOQUI DI DOBBIACO



affrontato il tema "Il denaro governa il mondo. ma chi governa il denaro? Percorsi per una finanza eco-solidale", nel 2011 "Benessere senza crescita" e nel 2012 "Suolo: la guerra per l'ultima risorsa". In piena continuità con lo spirito di Hans Glauber, convinto fautore della nuova era solare come nuovo progetto di civiltà, i Colloqui di Dobbiaco 2013 sono incentrati sul tema "Intraprendere la grande trasformazione".

<http://www.colloqui-dobbiaco.it>

Nella località di Dobbiaco, punto di incontro tra due culture, dal 1985 al 2007 i Colloqui di Dobbiaco - ideati e organizzati da Hans Glauber - affrontarono ogni anno le tematiche ambientali di maggior rilievo proponendo di pari passo delle soluzioni concrete.

Con il passare degli anni i Colloqui di Dobbiaco si sono rivelati un laboratorio d'idee per una svolta ecologica nell'arco alpino e non solo.

Dopo la prematura scomparsa di Hans Glauber, il ruolo di "curatore" dei Colloqui di Dobbiaco è stato assunto da Wolfgang Sachs, dapprima con l'edizione 2008, intitolata "La giusta misura. La limitazione come sfida per l'era solare" e poi con l'edizione 2009 dedicata al tema "Osare più autarchia. Energie distribuite per le economie locali post-fossili".

Nel 2010 con Karl-Ludwig Schibel è stato

della stretta connessione tra la salute dell'uomo e quella dell'ambiente; la co-evoluzione di tutte le forme di vita comporta per una di queste forme – la specie umana, visto che sa intervenire coscientemente sulla natura – la responsabilità di farlo in forme consone alla natura.

Gabriele Centazzo vede un nesso stretto tra le sorti dell'economia e della cultura, con la creatività, la bellezza, la ricerca e l'internazionalizzazione come forze di un nuovo rinascimento.

Alois Lageder produce vini pregiati aiutando la natura a "partorire" il meglio di sé con la coltivazione biodinamica, mentre le scarpe da montagna di Lucas Meindl sono pensate per accompagnare l'alpinista per tutta la sua vita.

Oikopolis di Änder Schanck è un supermercato biologico, ma è anche una rete ecologico-sociale di cooperazione tra aziende agricole e la costruzione di una catena di valore aggiunto dal campo fino al piatto.

### Verso una società post-fossile, il ruolo centrale delle imprese

Il titolo dei Colloqui *Intraprendere la grande trasformazione* contiene due implicazioni non banali. La prima, che avverrà, e forse è già cominciata, una

grande trasformazione di uscita dalla società della crescita e del consumo e il cammino verso una società post-fossile, post-crescita.

La seconda che gli imprenditori avranno un ruolo centrale in questa grande trasformazione. Il padre dell'immagine dell'imprenditore come persona innovativa, che distrugge in modo creativo le vecchie strutture, è Joseph Schumpeter che la contrapponeva a quella del semplice capitalista.

La figura dell'imprenditore illuminato non è nuova: Adriano Olivetti né è un esempio, e la sua sconfitta alla fine potrebbe essere un'indicazione che i tempi non erano maturi.

La differenza dagli anni Cinquanta dell'ultimo secolo potrebbero proprio essere i forti segnali che un'epoca sta per finire. L'altra, la consapevolezza dei nuovi "imprenditori sostenibili", per quanto delle personalità forti e carismatiche: da soli non si riesce a incidere su logiche e prassi tradizionali.

"Un individuo singolo non può essere d'aiuto", Änder Schanck cita Goethe, "ma solo chi si unisce con molti altri al momento giusto". Potrebbe essere arrivato, il momento giusto.

#### Karl-Ludwig Schibel

Alleanza per il clima Italia onlus

# LE AGENZIE AMBIENTALI A SUPPORTO DELLE STRATEGIE

LE ARPA HANNO UN RUOLO CHIAVE NELLA CONOSCENZA DELL'AMBIENTE GRAZIE ALLE RETI DI MONITORAGGIO E ALLA LORO CAPACITÀ DI COMPrensIONE DEI FENOMENI E DI PREVISIONE DELLA LORO EVOLUZIONE. QUESTE CONOSCENZE SONO ESSENZIALI PER L'ELABORAZIONE DI STRATEGIE E LA REALIZZAZIONE DI PIANI E PROGRAMMI DI MITIGAZIONE E ADATTAMENTO.

In Consiglio federale delle Agenzie ambientali si discute spesso del punto di equilibrio, per le Arpa, tra funzioni di controllo e funzioni di assistenza tecnica, queste ultime essenzialmente a supporto di regione ed enti locali. Si discute su quante risorse debbano essere distribuite su queste due grandi aree di intervento dell'azione delle Arpa. Ma c'è anche una terza grande area di azione delle Arpa, che nasce a supporto delle altre due ma che presto si è ampliata anche al fine di generare direttamente dati e informazioni da distribuire a tutti, scienziati, tecnici, amministrazioni, cittadini: la gestione delle reti di monitoraggio. Idro-meteo-clima, qualità dell'aria, qualità delle acque superficiali e sotterranee e delle acque costiere e di transizione, campi elettromagnetici a bassa e alta frequenza ecc. Tutte matrici ambientali monitorate da reti di osservazione in gran parte automatiche e in telemisura. Ma le Arpa non si fermano alla sola rilevazione dei dati osservati dalle reti di monitoraggio: li elaborano e li analizzano, derivandone conoscenza e capacità di comprensione dei fenomeni, naturali e antropici, e di previsione della loro evoluzione. Risulta subito evidente come il complesso di queste attività sia di fondamentale importanza per la conoscenza di una grandissima varietà di fenomeni naturali e di origine antropica, tra i quali di primaria importanza il clima e la sua evoluzione naturale e provocata dall'uomo. Conoscenza essenziale di per sé soprattutto per poter prevedere, per quanto possibile, il cambiamento climatico e i relativi impatti sulle attività umane e sugli ecosistemi naturali. Senza valutazioni quantitative d'impatto basate su dati osservati e di proiezione e su modelli scientifici quantitativi non si possono mettere a fuoco strategie e men che meno realizzare piani e programmi di mitigazione e adattamento. Si sente spesso dire che la mitigazione è un problema globale mentre l'adattamento sarebbe un problema locale. Vero sicuramente in linea di massima, ma



non sempre e non in senso assoluto. La mitigazione necessita sì di accordi internazionali e di ratifiche governative, ma molto possono contribuire le politiche locali (si pensi al Patto dei Sindaci) e i comportamenti individuali (dalla raccolta differenziata alle abitudini che regolano gli spostamenti quotidiani delle persone e quindi i sistemi di trasporto). L'adattamento, è vero, potrebbe anche soltanto limitarsi ai comportamenti individuali (mi compro un bel condizionatore e sono a posto!), ma una buona strategia nazionale di adattamento al cambiamento climatico può rendere possibili azioni locali di adattamento (regionali, provinciali, comunali) altrimenti improponibili e generare sinergie e fattori moltiplicativi impensabili in assenza di piani (e relativi percorsi di finanziamento) di respiro territoriale più vasto. L'Europa si era limitata sino a tempi molto recenti a un paio di tiepidi documenti programmatici di varia colorazione (un *green paper* del 2007 e un *white paper* del 2009) nei quali si enunciavano principi e indirizzi del tutto generali e ovviamente condivisibili, tra i quali quello che gli stati membri dovevano sviluppare (prima, ma poi sperabilmente anche mettere in atto) strategie nazionali di adattamento al cambiamento climatico. Tutto ciò senza però specificare ancora su quali dati, studi e proiezioni basare tali strategie

(auspicando i soliti approfondimenti conoscitivi...), ma soprattutto senza indicare su quali strumenti e tecniche di valutazione d'impatto basarsi (tecnologia, quest'ultima, tutt'altro che sviluppata e consolidata, anche se lontana parente di quella utilizzata per la valutazione dei rischi per esempio sanitari o naturali) o proporre canali di finanziamento comunitario a tale scopo finalizzati. Le cose hanno cominciato a migliorare nel 2012 con la pubblicazione della *European climate adaptation platform* (Climate-Adapt, 2012), un'iniziativa della Commissione europea nata per condividere tutte le informazioni relative al cambiamento climatico in Europa, alle vulnerabilità delle diverse regioni, alle strategie nazionali e internazionali per l'adattamento, ai *case studies* e alle possibili iniziative di adattamento, agli strumenti disponibili per supportare la pianificazione climatica. I settori di intervento coinvolti sono molti (agricoltura, tutela delle aree costiere, infrastrutture, gestione delle risorse idriche, biodiversità, prevenzione dei rischi, mare, salute) per mettere insieme tutti gli aspetti che possono influenzare o essere affetti dal cambiamento climatico. Per dirla con la strategia *"Europa 2020 per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva"*, l'obiettivo dell'Europa è di *"rafforzare la resilienza delle nostre economie ai rischi*

climatici e la nostra capacità di prevenzione e risposta alle calamità”.

La recentissima pubblicazione della *Eu adaptation strategy* (adottata dalla Commissione europea nell'aprile 2013) ha poi finalmente colmato una lacuna che cominciava a farsi sentire troppo, prevedendo finalmente anche fondi europei per stimolare lo sviluppo e la realizzazione di strategie nazionali. Tramite una vasta gamma di strumenti l'Europa vuole promuovere le azioni degli Stati membri e sostenere decisioni più consapevoli. A tal fine, nel Quadro finanziario 2014-2020 si prevede che almeno il 20% del bilancio europeo sia legato alle strategie sul clima e altre opportunità di finanziamento sono previste attraverso la Banca di investimento europea e la Banca europea per la ricostruzione e lo sviluppo, attraverso il programma Horizon 2020 (il programma quadro europeo su ricerca e innovazione), i progetti Life e il Fondo di solidarietà europeo per i disastri naturali. Ma nel frattempo, per scendere di scala, che stavano facendo l'Italia e la Regione Emilia-Romagna? Fino a poco più di un anno fa l'Italia non aveva nemmeno cominciato a pensare a una strategia nazionale, poi qualcosa si è mosso e a breve dovremmo entrare nel novero dei paesi europei dotati di un piano strategico di adattamento (v. l'articolo di Sergio Castellari a pag. 16).

In Emilia-Romagna manca un piano formalizzato di adattamento al cambiamento climatico, ma in realtà si sta facendo parecchio, e da anni, sotto “simulate spoglie”: la gestione delle emergenze, che sempre più vuole configurarsi come attivazione di strategie di ampio periodo, e la riarticolazione del sistema economico e produttivo, sotto le insegne (in molti casi non abusate, anche se la cautela è doverosa) della *green economy*. Un piano strategico per il clima, che definisca le priorità e attivi qualche nuovo strumento di analisi e di previsione (di *Osservatorio dei cambiamenti climatici* si parla da molto, per esempio), stabilendo anche nuove connessioni tra i soggetti coinvolti, è indispensabile non solo per rendere esplicito ciò che attualmente si fa *inadvertently*, all'insaputa degli stessi attori coinvolti, ma anche per sviluppare le connessioni tra questi stessi attori: Regione, sistema delle imprese e rete della certificazione di qualità, Arpa e i soggetti autorizzatori e controllori, mondo dell'agricoltura, turismo ecc. Le iniziative già oggi nate da questi nuovi sistemi di relazioni orientati ad affrontare i cambiamenti meteo-climatici sono veramente numerosissime. Basti qui citare solo alcune di quelle che coinvolgono direttamente Arpa, certo non le sole: dal servizio Irrinet del Canale emiliano-romagnolo al progetto europeo Aqua (segnalato e premiato), entrambi

orientati all'uso più efficiente dell'acqua a fini irrigui, alle attività di studio del mare e di ripascimento delle spiagge, sottoposte a crescente erosione, allo sviluppo di sistemi di controllo e previsione degli eventi meteorologici estremi, che caratterizzano questa fase di storia del clima, alla progettazione di interventi per la salvaguardia del fiume Po, coinvolto da eventi opposti di estrema siccità e di ricorrenti fenomeni di piene con rischi di esondazione, entrambi portatori di enormi danni economici, ambientali, a volte anche di tragedie umane.

L'orizzonte della *green economy*, infine, va osservato sia sotto il profilo della mitigazione, vale a dire del contributo che modalità diverse di produzione possono dare al contenimento delle emissioni dannose all'ambiente e che contribuiscono anche al cambiamento climatico, sia – in chiave di adattamento – modificando tecniche produttive e beni prodotti in funzione degli inevitabili nuovi assetti climatici del territorio: si pensi solamente alle colture agricole e alla necessaria riconversione di alcune di esse o alle nuove forme di sviluppo e gestione del turismo estivo e invernale.

**Stefano Tibaldi**

Direttore generale, Arpa Emilia-Romagna

## UN READING MULTIMEDIALE SUL CAMBIAMENTO CLIMATICO

### “LA MARGHERITA DI ADELE”, IL FUTURO TRA SCIENZA, INFORMAZIONE E SPETTACOLO



Il cambiamento climatico è un tema scientifico, internazionale e trasversale, che si affronta sempre più spesso tra addetti ai lavori, nei convegni, nelle tavole rotonde e nelle conferenze e che cerca di ritagliarsi uno spazio nelle politiche di tutti i paesi del mondo, nelle sue

declinazioni della mitigazione e dell'adattamento.

Ma cosa si sa del cambiamento climatico fuori dagli ambienti scientifici? Che percezione ha la gente delle trasformazioni del clima già in atto e di quelle che si attendono per l'intero pianeta e in modo peculiare per il nostro territorio?

Da questa volontà di condurre un vasto pubblico a una consapevolezza equidistante dal catastrofismo e dall'indifferenza, si è sviluppato il progetto teatrale *La margherita di Adele*, un *reading* multimediale che racconta due storie parallele ambientate in un futuro probabile, ma politicamente evitabile.

L'idea di usare le basi scientifiche del cambiamento climatico come sfondo e contesto di un prodotto artistico è nata negli scambi tra i climatologi Carlo Cacciamani e Sergio Castellari, con l'obiettivo di raggiungere e sensibilizzare ampi strati di popolazione e soprattutto i giovani che devono sapere come possiamo attrezzarci per questa sfida del climate change. Cosa potrebbe accadere se in un futuro non tanto lontano

attorno a noi l'atmosfera fosse davvero sempre più calda e l'aria irrespirabile, la terra non più fertile, l'acqua ovunque scarsa e le piogge più rapide e violente?

È questa la domanda a cui si cerca di rispondere nello spettacolo, popolando uno dei tanti scenari ipotizzati nelle proiezioni climatiche effettuate dagli scienziati con i loro modelli. E nelle storie, scritte da Marco Vignudelli e raccontate dalla potente voce dell'attore Saverio Mazzoni, l'immaginazione e l'invenzione letteraria che accompagnano il pubblico in questo viaggio emozionante nel futuro si ancorano alle informazioni scientifiche dei climatologi, senza mai sconfinare nella fantascienza. Questo futuro tratteggiato con le parole, le musiche, le immagini e i gesti importanti non è l'apologia della catastrofe e ha invece, nella sua margherita resiliente, un messaggio positivo di costruzione e di speranza. *La margherita di Adele* è stata portata in scena per la prima volta a Bologna il 18 ottobre 2013, nell'auditorium “Enzo Biagi” della Sala Borsa, nell'ambito della rassegna *Switch-Bologna cambia energia* collegata a Smart City Exhibition 2013, e ha visto una grande affluenza di pubblico. Sarà probabilmente programmata una replica nella prossima primavera in un'altra *location* della città.

È in progetto di portare il *reading* in altre città italiane (nei teatri o nei festival dedicati alla scienza e al clima) e di proporre alle scuole secondarie di Bologna non solo di assistere allo spettacolo, ma anche di partecipare con attività strutturate di laboratorio teatrale, per coinvolgere il più possibile i giovani.

# INVESTIMENTI IN ADATTAMENTO, NUOVA COSTANTE ECONOMICA

L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI AVVERRÀ IN PARTE IN MODO SPONTANEO (PRIVATO) E IN PARTE TRAMITE POLITICHE DI SUPPORTO (PUBBLICO). UNO DEI PRINCIPI CARDINI CHE DEVE GUIDARE L'AZIONE DI ADATTAMENTO È L'ANALISI DEI COSTI E DEI BENEFICI ECONOMICI. LE PRIME STIME DEGLI INVESTIMENTI NECESSARI A LIVELLO GLOBALE E LOCALE.

**I**l recente Quinto rapporto dell'*International panel on climate change* (Ipcc-Ar5) ha riaffermato con forza che le attività umane hanno causato almeno la metà dell'innalzamento della temperatura media globale dal 1951 al 2010. La crescente concentrazione di gas serra nell'atmosfera è la causa principale del riscaldamento globale. La teoria e gli scenari disegnati dai modelli climatologici ci dicono che la temperatura media globale continuerà a salire per tutto il secolo se il livello di gas serra nell'atmosfera continuerà a crescere. Al variare della temperatura varieranno le precipitazioni e tutti gli altri fenomeni meteorologici, in quantità e in distribuzione nello spazio e nel tempo. Le politiche volte a limitare l'accumulazione di gas serra nell'atmosfera sono comunemente dette politiche di mitigazione. Le politiche per lo sviluppo delle rinnovabili, per l'incoraggiamento dell'efficienza energetica, per la riduzione del trasporto su gomma e per l'aumento delle aree forestali sono esempi di politiche di mitigazione, perché il loro esito, diretto o indiretto, è la riduzione o l'assorbimento di gas serra, in particolare l'anidride carbonica. È importante notare che le politiche di mitigazione potranno ridurre

il riscaldamento globale, ma non lo potranno arrestare nel corso di questo secolo, perché il sistema climatico ha forti inerzie. Ogni cosa che facciamo oggi avrà un impatto discernibile sul clima solo a partire dalla seconda metà del secolo. Nel frattempo, la temperatura continuerà a salire e il clima a cambiare, indipendentemente dagli sforzi individuali e dall'esito delle negoziazioni internazionali. Questo significa che in ogni caso ci dovremo adattare a un clima diverso. Adattarsi richiede cambiare per ottenere il meglio dalle nuove condizioni, riducendo al minimo gli impatti negativi e massimizzando quelli positivi. L'adattamento è quindi la nostra seconda arma nella sfida ai cambiamenti climatici.

## Adattamento privato e adattamento pubblico

L'adattamento ai cambiamenti climatici avverrà in buona parte in modo spontaneo perché produrrà benefici immediati e facilmente riscontrabili per la maggior parte degli individui e delle imprese. Ad esempio, all'aumentare delle temperature si ridurrà gradualmente la domanda di riscaldamento in inverno e si

aumenterà l'uso dell'aria condizionata in estate. Cambierà il periodo in cui si andrà in vacanza al mare. Si acquisteranno meno maglioni e più abbigliamento estivo. Nel tempo varieranno le colture, la produzione di beni e servizi e tutto ciò che è influenzato dal clima. Si parla in questo caso di adattamento privato perché i benefici e i costi sono strettamente privati.

L'adattamento che ha benefici privati non richiede di norma l'adozione di politiche pubbliche. Ci sono invece azioni di adattamento che hanno benefici diffusi, o altrimenti detti pubblici. Ad esempio, un sistema di gestione delle acque che possa smaltire precipitazioni a più alta intensità ha chiari benefici per l'intera collettività. In questo caso il beneficio dell'adattamento è pubblico, nel senso propriamente economico del termine: il beneficio si allarga a tutta la collettività; il fatto che una persona riceva beneficio non avviene al costo dell'esclusione di un'altra; non è possibile escludere nessuno dall'ottenere beneficio. La diffusione d'informazione sui cambiamenti climatici, la predisposizione di piani di emergenza, l'aggiornamento di codici sono tutte forme di adattamento pubblico. Per l'adattamento pubblico sono necessarie politiche di supporto perché il costo individuale è di norma più alto del beneficio privato, ma più basso del beneficio collettivo. Poiché i privati non avranno incentivi a investire risorse nell'adattamento pubblico e poiché le risorse pubbliche sono limitate, è bene che le istituzioni pubbliche concentrino i propri investimenti in questo tipo di progetti di adattamento.

## L'analisi dei costi e dei benefici economici dell'adattamento

Uno dei principi cardini che deve guidare l'azione di adattamento è l'analisi dei costi e dei benefici economici. Investire in adattamento per ridurre



del tutto l'impatto negativo atteso non è necessariamente desiderabile. L'investimento in adattamento è economicamente efficiente solo se il beneficio economico è superiore al costo. Il costo dell'adattamento è rappresentato dalla differenza fra il costo della nuova e la vecchia alternativa, ovvero da quanto costa investire, ad esempio in una nuova tecnologia per la produzione energetica o in una differente pratica agricola. Il beneficio economico è dato dalla riduzione dell'impatto economico della variazione del clima. Un progetto con costi superiori ai benefici dovrebbe essere rimodulato o non finanziato. Accettare una perdita economica e predisporre strumenti di compensazione per chi ne subisce l'effetto negativo può essere più efficiente. È importante tenere a mente che usare le politiche di adattamento per raggiungere scopi diversi dalla protezione dai cambiamenti climatici (occupazione, redistribuzione del reddito, politiche regionali ecc.) può facilmente essere inefficiente. L'impatto economico negativo che rimane dopo avere adottato azioni di adattamento è detto costo residuo dei cambiamenti climatici. Il costo totale è ottenuto sommando il costo residuo e il costo dell'adattamento. L'analisi costi-benefici dei progetti di adattamento richiede la conoscenza di come il clima cambierà nel futuro. Purtroppo, le attuali conoscenze non ci permettono di conoscere con precisione come il clima evolverà nei prossimi decenni. Sappiamo che la temperatura aumenterà, che c'è una tendenza all'aumento dei fenomeni meteorologici estremi, che le precipitazioni varieranno, ma non sappiamo esattamente come e quando ciò avverrà. Non conosciamo esattamente come il clima varierà su scala locale e nelle diverse stagioni. Nei prossimi tre/quattro decenni la variabilità interna del clima è ancora sufficientemente forte da confondersi con la dinamica di cambiamento di lungo periodo. Meno incerta è la previsione dell'innalzamento del mare, perché dipende meno da fenomeni locali e segue un andamento più costante nel tempo. Ogni progetto che richiede con esattezza la previsione del clima su scala temporale e geografica elevata deve essere valutato con attenzione poiché le decisioni di adattamento prese oggi possono rivelarsi inadeguate (eccessive, insufficienti, completamente errate) nel futuro. In ogni progetto si deve valutare quanto robusta sia la strategia di adattamento a diversi scenari climatici. A tal fine è importante considerare diversi scenari climatici e diversi scenari socio-economici e definire



chiari obiettivi alla luce dei quali valutare le opzioni disponibili. Ad esempio, un obiettivo potrebbe essere il volere minimizzare il danno dal peggiore degli scenari.

Molto più semplice è investire in adattamento di tipo reattivo, l'adattamento che avviene parallelamente al clima che cambia. L'adattamento di tipo reattivo sarà la scelta preferibile quando si tratta d'investire in beni di consumo e d'investimento che hanno una vita utile breve. Al momento del rimpiazzo si provvederà alla sostituzione con una scelta più appropriata senza particolari perdite d'efficienza.

## Quantificare gli investimenti per l'adattamento

La quantificazione degli investimenti in adattamento non è facile perché gli scenari climatici e socio-economici sono incerti, come incerta è la vulnerabilità di diversi settori alla variazione del clima. Inoltre, separare investimenti che sono esclusivamente mirati all'adattamento da quelli che si farebbero in ogni caso non è semplice.

Stime a livello globale indicano che nel 2030 saranno necessari dai 4 ai 150 miliardi di dollari l'anno, in gran parte per adattare le infrastrutture, la gestione delle acque e la protezione delle aree costiere.<sup>1,2</sup> Assumendo a titolo indicativo un valore di 100 miliardi di dollari l'anno e una ripartizione proporzionale al peso relativo dell'economia italiana su quella globale (3%), si ottiene un valore di circa 2/3 miliardi di euro l'anno (0,2% del Pil del 2012), a seconda del tasso di cambio usato. Pur essendo una stima puntuale del tutto imprecisa, l'ordine di grandezza sembra essere accurato.

Il costo totale dei cambiamenti climatici per i paesi dell'Europa meridionale è stato recentemente stimato pari a

0.3% del Pil con un innalzamento della temperatura europea di 2.5°C rispetto al periodo 1961-1990, e pari a 1.4% del Pil con un aumento della temperatura pari a 5.4 °C rispetto al 1961-1990.<sup>3</sup> Queste stime sono ottenute ipotizzando che ci sia adattamento privato, ma che non si investa in adattamento pubblico. Il costo dei cambiamenti climatici potrebbe essere quindi sovrastimato. Purtroppo, stime degli investimenti privati in adattamento non sono disponibili.

Con questo breve articolo si sono tracciate le linee guida per promuovere una politica di adattamento ai cambiamenti climatici efficiente, in grado di massimizzare i benefici dalle limitate risorse disponibili. Le stime degli investimenti pubblici e privati disponibili nella letteratura sono ancora imprecise, ma suggeriscono importi relativamente modesti. L'adattamento ai cambiamenti climatici è una nuova costante che deve permeare le scelte private e pubbliche e cambiare in modo graduale ma permanente le nostre decisioni d'investimento.

### Emanuele Massetti

Fondazione Eni Enrico Mattei  
Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc)

### NOTE

<sup>1</sup> Unfccc, 2007, *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries*, United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany.

<sup>2</sup> Bosello F., C. Carraro and E. De Cian, 2013, "Adaptation Can Help Mitigation: an Integrated Approach to Post 2012 Climate Policy", *Environment and Development Economics*, 18, pp 270-290.

<sup>3</sup> Ciscar J-C et al., 2009, "Climate Change Impacts in Europe: Final Report of the PESETA Research Project", JRC Scientific and Technical Reports, EUR 24093.

# NASCE IL MERCATO DEI SERVIZI CLIMATICI

SE SI CONSIDERA IL CAMBIAMENTO CLIMATICO COME UN ELEMENTO INEVITABILE, APPARE NATURALE L'EMERGERE DI UN SETTORE ECONOMICO LEGATO ALL'ADATTAMENTO. IL POTENZIALE DI SVILUPPO, IN ITALIA E ALL'ESTERO, È MOLTO ELEVATO. LE AZIONI DEL SETTORE PRIVATO SONO UN IMPORTANTE COMPLEMENTO A QUELLE DEI GOVERNI.

L' aumento dei disastri legati ai mutamenti climatici ha contribuito ad aumentare l'attenzione sulla necessità di adattamento al cambiamento climatico e di progetti di mitigazione del rischio nel settore pubblico e privato. Un nuovo studio condotto da *Environmental Business International* quantifica in 700 milioni di dollari Usa il potenziale del mercato americano e in 2.5 miliardi di euro del mercato mondiale per i servizi climatici, con una previsione di crescita annua nel range 12-20 % per il 2020. Oggi il mercato è guidato dalle grandi società di consulenza e di ingegneria con alcune eccellenze come *Acclimatise Uk* – prima società al mondo che si occupa esclusivamente di resilienza e analisi del rischio climatico – e *The Climate Corporation Us* che, notizia di questi giorni, è stata acquisita dalla Monsanto per 930 milioni di dollari. Come riportato dal *Financial Times*, l'acquisto della Monsanto può essere considerata la prima grande acquisizione nell'ambito dei "big data". A oggi queste società lavorano principalmente per agenzie governative occupandosi dell'analisi e della pianificazione per la gestione del rischio, anche se sempre più il mercato si inclina all'attuazione e alla costruzione delle misure identificate in fase di analisi. Va evidenziato come alcuni settori dell'economia mondiale non saranno profondamente influenzati dai cambiamenti climatici. Altri hanno preso in considerazione seriamente le minacce derivanti dal cambiamento climatico avviando una dettagliata analisi di scenario, al fine di sviluppare una pianificazione e progettazione iniziale, che in alcuni casi ha portato all'implementazione di misure preventive. In particolare i governi a livello locale, statale, regionale e nazionale stanno considerando seriamente la minaccia del cambiamento climatico per la salute pubblica e l'epidemiologia, l'agricoltura, la produzione di energia, i trasporti, l'urbanistica, la protezione delle coste e delle risorse idriche.



## I rischi guidano le opportunità

Un efficace adattamento ai cambiamenti climatici richiede una corretta gestione dei rischi e un rafforzamento della resilienza dei processi produttivi e della *supply chain*. La maggior parte delle aziende sono esposte, direttamente o indirettamente, alla disponibilità delle risorse naturali, all'interruzione della produzione e della logistica, alle crisi finanziarie o economiche causate dagli impatti del cambiamento climatico. Il livello e il tipo di risposta dipenderà in gran parte dall'esposizione del business: se si è esposti direttamente con il proprio *core-business*, o indirettamente in riferimento alla *supply chain* o altre dipendenze. Va comunque evidenziato come i rischi spesso guidano le opportunità. Le azioni del settore privato sono un importante complemento agli impegni e alle azioni concertate dai governi, e molte aree dell'adattamento ai cambiamenti climatici, compresa la necessità di sviluppo e trasferimento tecnologico, finanziarie e *capacity building*, sarà attuato da o con il coinvolgimento del settore privato. Nuovi mercati, prodotti e servizi potrebbero

anche emergere da adattamento. Le aziende lungimiranti, con una posizione informata e la cultura e la capacità di cambiamento potrebbero essere premiate con vantaggi competitivi durevoli.

In un recente studio pubblicato dall'*Environmental Business International*, sono stati identificati a livello mondiale decine di progetti finalizzati esclusivamente all'adattamento ai cambiamenti climatici, mentre altri centinaia di progetti relativi alle risorse idriche e alle infrastrutture, con elementi caratterizzanti l'adattamento e la resilienza, sono sempre di più aumentando, giorno dopo giorno, la richiesta di società che sappiano gestire e pianificare progetti e misure volte ad attenuare gli impatti delle nuove condizioni climatiche.

L'adattamento al cambiamento climatico non è solo un problema per i governi. Il settore privato ha un'opportunità di contribuire allo sviluppo e alla diffusione di soluzioni per la resilienza territoriale, così come per la preventiva protezione del proprio patrimonio e operazioni per i cambiamenti climatici in atto. Le

imprese in molte regioni stanno già sperimentando mutamenti climatici come la scarsità d'acqua, inondazioni e fenomeni meteorologici estremi, che permettono prime esperienze di azioni di adattamento. Tuttavia, molte imprese, in particolare nel mondo in via di sviluppo, stanno cercando di adattarsi senza risorse, informazioni e capitali adeguati. Chi invece soffre maggiormente nei paesi sviluppati sono le piccole e micro imprese.

Un impegno costante e coerente con gli sforzi necessari per integrare la resilienza climatica devono diventare parte dei modelli *business-as-usual*, massimizzando le opportunità di innovare e fornire soluzioni convenienti di adattamento per le imprese e la società. Tuttavia, molti nel settore privato non sono ancora consapevoli non solo di cosa si debba fare, ma anche delle tecnologie che già offrono e che possono essere utili per mitigare gli impatti climatici.

## Le aziende del settore adattamento climatico

Le aziende con competenze specifiche per la *water security* sono ad esempio in prima linea per affrontare le mutevoli

condizioni climatiche. Ad esempio diverse società di consulenza attive in paesi quali l'Australia, dove il governo è costretto a fare i conti con la scarsità d'acqua cronica, stanno oggi trasferendo la loro esperienza in molti paesi degli Stati Uniti e dell'Europa dove la siccità e il caldo estremo stanno diventando un problema sempre più serio. Se fino a oggi la maggior parte del materiale pubblicato è stato realizzato da accademici, *think tank* ed enti di ricerca pubblici, si vede come stiano assumendo un ruolo sempre maggiore società di consulenza e di ingegneria specialmente per la gestione del rischio per le *utilities* energetiche, dell'acqua e del trattamento delle acque reflue, oltre che per le società per la trasformazione urbana. Nel settore privato, il settore assicurativo sta investendo cifre importanti ed è impegnato in prima linea nello studio dei cambiamenti climatici e dei relativi impatti fiscali, anche se va evidenziato come questi siano principalmente lavori interni e confidenziali, volti alla definizione di nuovi prodotti assicurativi. Consulenza ambientale e studi di ingegneria, studi di architettura e di ingegneria (A&E), appaltatori e

costruzione (Epc), saranno in prima linea per far fronte alle conseguenze del cambiamento climatico. Tuttavia, una volta che la pianificazione del capitale per l'adattamento si trasforma in spesa in conto capitale, la progettazione e la realizzazione di misure di adattamento inizierà sul serio, con un potenziale di mercato ancora superiore se guidati da grandi progetti di costruzione, tra cui impianti di dissalazione, argini, dighe e delocalizzazioni. Se si considera oggi il cambiamento climatico come un elemento inevitabile, possiamo sottolineare anche una certa inevitabilità circa l'emergere del settore dell'adattamento climatico. Infatti, nessuna misura di pianificazione svolta fino a oggi può completamente prepararci per le future condizioni climatiche. Come dice un vecchio proverbio: "La fortuna aiuta i preparati" e le fortune di molti saranno perse o salvate da un'efficace pianificazione climatica.

**Piero Pelizzaro**

Responsabile Cooperazione internazionale  
Kyoto Club

## IL CLIMA IN EMILIA-ROMAGNA, L'ANNUARIO DEI DATI AMBIENTALI 2013

### ANNI PIÙ CALDI E MENO PRECIPITAZIONI



La pubblicazione dell'Annuario regionale dei dati ambientali di Arpa Emilia-Romagna è arrivato alla decima edizione ed è un momento importante per l'agenzia, poiché il report sintetizza la grande mole di dati e informazioni prodotti in forme e modi tali da contribuire alla conoscenza dello stato dell'ambiente della regione. L'Annuario 2013 fa riferimento ai dati del 2011 e una delle 25 sezioni di cui si compone è dedicata al clima. Di seguito una sintesi di quanto emerge.

#### Più caldo della norma

Il 2011 è stato più caldo della norma, sia per la temperatura minima, che per quella massima. L'anomalia di temperatura, calcolata come differenza fra l'anno di riferimento e il clima del periodo 1961-1990, è stata più intensa per le temperature massime (2-3°C), con un contributo importante dato dalle stagioni: primavera, autunno ed estate. Nel lungo periodo (1961-2011) si mantiene un trend positivo, più marcato per le temperature massime. Inoltre, nel 2011, il numero di giorni estivi con temperatura massima superiore a 30°C è stato superiore al valore climatico di riferimento su quasi tutta la regione, con valori fino a 35 giorni registrati, soprattutto, sulla fascia pedemontana.

#### Deficit di precipitazioni

Il 2011 è stato caratterizzato da un deficit di precipitazioni, esteso su tutto il territorio regionale. Anche prendendo in considerazione il periodo 1961-2011, l'andamento annuale delle precipitazioni mostra una tendenza negativa.

Le emissioni di **gas serra** provengono principalmente dal settore energetico. L'aumento dell'effetto serra è attribuito in gran parte alle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), connesse principalmente alle attività antropiche (impianti di produzione di energia, combustione nell'industria, trasporti ecc.). Contribuiscono all'effetto serra anche il metano (CH<sub>4</sub>), la cui emissione è legata alle attività agricole e allo smaltimento dei rifiuti, e il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), derivante principalmente dall'agricoltura e dai processi industriali.

A livello regionale, le emissioni di gas serra provengono principalmente, circa l'80%, dal settore energetico (le attività che prevedono processi di combustione quali traffico, industrie manifatturiere, riscaldamento). Seguono i processi industriali, con circa il 9% delle emissioni di gas serra, e l'agricoltura, che contribuisce con circa il 7%.

Circa il 9% del fabbisogno energetico regionale è soddisfatto da **fonti rinnovabili**

Lo sviluppo del settore energie rinnovabili a livello regionale è determinato, in questi ultimi anni e soprattutto nel 2009, dall'incremento di numerosi piccoli impianti a biomassa e biogas, da un incremento considerevole degli impianti fotovoltaici, civili e industriali, e dall'incremento degli impianti eolici. A livello regionale, circa il 9% del consumo energetico lordo proviene da fonti energetiche rinnovabili, di cui il 56% dalle biomasse, il 40% dall'idroelettrico, il 2% dal fotovoltaico e il 2% dall'eolico.

L'Annuario è disponibile sul sito di Arpa sia in pdf che nella versione sfogliabile ([www.arpa.emr.it/annuario](http://www.arpa.emr.it/annuario)).

Sul sito è anche disponibile la pubblicazione *Pianificazione climatica per le autorità locali e regionali*, realizzata con la collaborazione di ArpaER nell'ambito del progetto europeo EnercitEE-Clipart (pdf e *ebook*).

# COSTI E BENEFICI DEL FARE E DEL NON FARE

LA VALUTAZIONE ECONOMICA DELL'INQUINAMENTO E ANCHE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO È NECESSARIA PER DEFINIRE STRATEGIE APPROPRIATE DI ADATTAMENTO, TENENDO IN CONSIDERAZIONE COSTI E BENEFICI. LE TECNICHE DI CONTABILITÀ AMBIENTALE NON SONO DI FACILE APPLICAZIONE, MA POSSONO MIGLIORARE L'APPROCCIO AL PROBLEMA.

Dai primi anni 80, la valutazione monetaria dei beni ambientali ha iniziato a interessare i processi decisionali, nelle scelte di investimento (pubblico/privato), nella legislazione sulla tutela dell'ambiente naturale, nelle cause di responsabilità civile per danni alle risorse naturali, nella valutazione di progetti di investimento ecc. Tuttavia, nella contabilità nazionale gli schemi usati ancora oggi trascurano aspetti ambientali fondamentali, come la quantità di risorse naturali disponibili, l'utilizzo del suolo, la concentrazione di inquinanti ecc. Introdurre la variabile ambientale nei conti nazionali porterebbe a correggere queste distorsioni e a rendere più affidabili gli strumenti contabili utilizzati nelle politiche di sviluppo. Con la contabilità ambientale le variabili ambientali vengono integrate negli schemi tradizionali di contabilità economica, aziendale, locale o nazionale, per valorizzare gli impatti delle attività socio-economiche sulle risorse naturali, in termini di inquinamento o di consumo di risorse ambientali; grazie alla contabilità ambientale gli indicatori monetari di impatto possono essere usati assieme agli indicatori fisici, tipicamente utili nelle valutazioni ambientali.

La definizione economica di inquinamento comprende due ordini di fattori, l'uno di tipo fisico diretto, connesso agli effetti più immediati causati da emissioni, scarichi o rifiuti rilasciati nell'ambiente, l'altro si manifesta indirettamente con una perdita di benessere. Gli effetti indiretti sono ad esempio di natura biologica, determinati dalla minaccia alla salute o dal danno di particolari specie animali e vegetali o del paesaggio; oppure sono di natura chimica, come gli effetti delle piogge acide sui terreni o l'inquinamento di falde idropotabili, con la conseguente necessità di investire risorse nella loro depurazione. In termini puramente economici, l'inquinamento è visto come un costo esterno ai mercati (esternalità negativa), in presenza di due condizioni:

- un'attività intrapresa da un agente economico provoca una perdita di benessere di altri agenti
- la perdita di benessere non viene compensata in termini economici.

Entrambe le condizioni sono essenziali per l'esistenza dell'esternalità negativa; se la perdita di benessere fosse compensata avremmo l'internalizzazione dell'effetto esterno.

L'inquinamento è considerato dalle migliori teorie aziendaliste come una componente interna dei processi aziendali. In questo senso gli economisti usano tracciare le curve dei benefici marginali netti determinati dai ricavi ottenuti da un'impresa; ciascuna di queste curve poi può essere confrontata con altre curve relative ai costi marginali esterni, rappresentanti il valore dei danni addizionali dell'inquinamento prodotto. Il livello ottimale di questi costi esterni è quello rilevato in corrispondenza dell'intersezione tra le curve di benefici e di costi marginali. La riduzione massima dei danni ambientali, fino alla loro completa eliminazione, comporta spesso oneri eccessivi (non ottimali) per un'azienda: invece di eliminare completamente l'inquinamento, in pratica conviene internalizzare gli impatti monetizzando i danni residui. Per gli economisti dunque sarebbe incongruente eliminare completamente l'inquinamento, proprio in virtù dell'esistenza di un livello economico ottimale nel punto d'incontro tra costi e benefici. In questa accezione economica consiste una classica contrapposizione con alcune tesi ambientaliste, che invece vorrebbero la riduzione massima possibile di ogni danno ambientale riconosciuto. Il tentativo di superare la contrapposizione tra le accezioni economica e ambientalista sta portando sempre più a includere le esternalità negative nelle decisioni politiche.

Gli stessi ragionamenti possono valere per il cambiamento climatico: la gestione degli impatti climatici va inclusa

nella gestione manageriale corrente, con attività di previsione, budgeting, valutazione e monitoraggio; laddove i criteri di ottimizzazione lo suggeriscono, è fondamentale gestire l'adattamento, internalizzando anche i danni climatici, piuttosto che puntare solo su una mitigazione completa con l'annullamento di tutte le emissioni serra. Per definire strategie appropriate d'adattamento climatico è necessario quantificare costi e benefici: i costi riguardano il valore monetario delle varie politiche d'adattamento climatico, i benefici riguardano l'ammontare dei danni climatici evitati grazie a queste politiche. Per valutare i benefici dell'adattamento è quindi necessario conoscere il "costo d'inazione": il valore dei danni climatici evitati grazie alla strategia d'adattamento. Sarebbe quindi necessario stimare gli impatti fisici dell'effetto serra e assegnare loro dei valori economici. Ma questa è un'operazione difficile, per due motivi: non sono ben note le previsioni sugli impatti fisici dell'effetto serra, soprattutto a scala regionale, e non esiste un valore monetario univoco per tutti i danni fisici prodotti dal cambiamento climatico. Alla prima questione potrebbero ovviare gli scienziati, alla seconda gli economisti. Servirebbero tecniche di valutazione per assegnare valori monetari anche agli impatti più difficili, come quelli sulla biodiversità, sul paesaggio, sul patrimonio artistico, sui beni non scambiati dai mercati. La maggior parte delle risorse ambientali non sono abitualmente valorizzate dai mercati; i beni e i servizi ambientali sono spesso indivisibili, cioè sono sfruttabili simultaneamente, senza costi diretti, da molti soggetti e non è possibile escludere alcuno di loro da questo uso. L'assenza di un mercato rende impossibile definire un prezzo per le risorse ambientali che ne rifletta il valore di scambio, da usare per monetizzare i cambiamenti climatici causati dalle attività di produzione e di consumo. Senza gli indicatori di mercato, dunque, servono approcci tecnici di

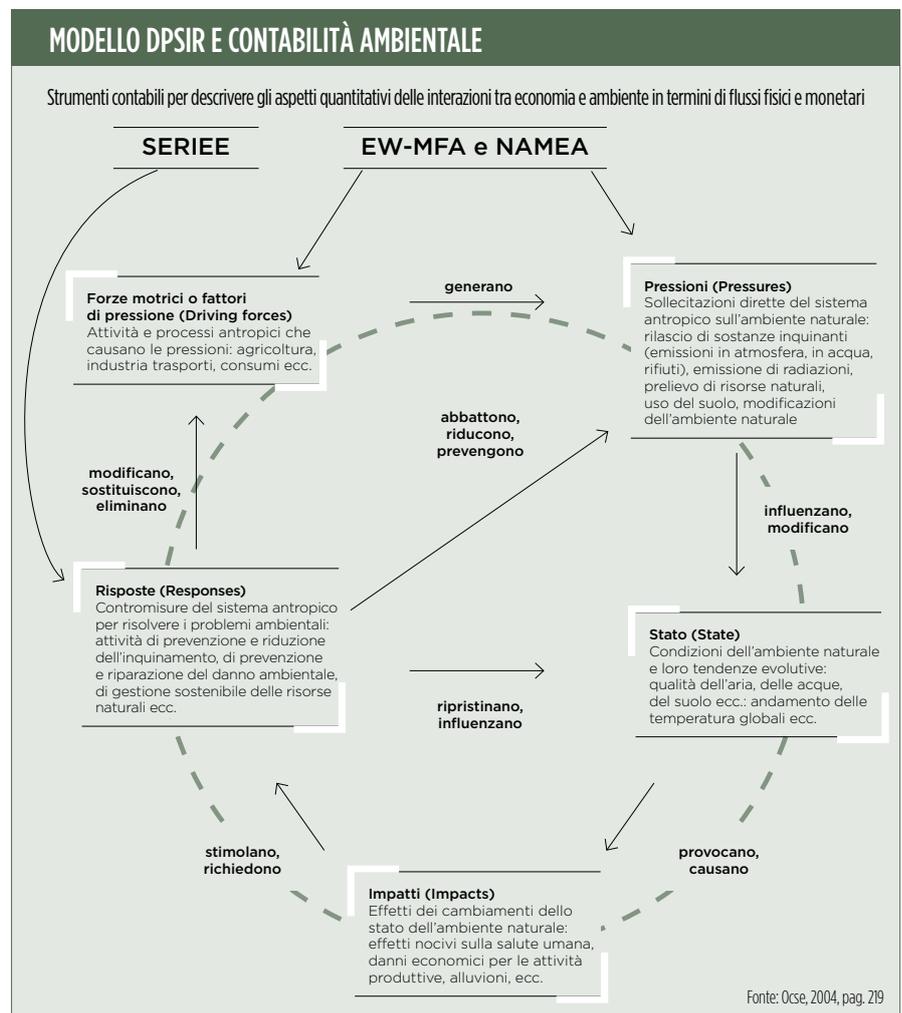
valutazione *ad hoc*, per tradurre in termini economici il valore delle risorse naturali e ambientali. L'approccio monetario si basa su una visione "antropocentrica" della valutazione ambientale: le risorse naturali hanno valori in quanto attribuiti dall'uomo, in funzione dei benefici forniti. I benefici possono derivare dall'uso diretto o indiretto delle risorse, ma possono essere attribuiti alle risorse naturali anche indipendentemente da un loro uso specifico. Per la teoria economica classica gli individui si comportano secondo la propria funzione di utilità, con l'obiettivo di massimizzarla. Poiché nei loro comportamenti di mercato gli individui rivelano le proprie preferenze, è significativo l'esame dei costi che sono disposti a sostenere per poter godere dei benefici ambientali. Oggi in letteratura il valore economico totale di un bene ambientale è definito come somma del valore d'uso, del valore di esistenza e del valore di opzione, ove quest'ultimo indica il valore attribuito a un bene o a un servizio ambientale in funzione del possibile uso futuro. Ma come quantificare il valore d'uso e di non uso dei beni e dei servizi ambientali? Quale valore attribuire alla qualità dell'aria? Qual è dunque il punto di equilibrio costo-beneficio? Fino a quale costo gli individui sono disposti ad arrivare per disporre del bene ambientale in questione? Attraverso indagini su questionario, nell'ambito di scenari predefiniti, si possono conoscere le disponibilità a pagare, per fruire di un determinato bene/servizio ambientale, o le disponibilità ad accettare una compensazione, per rinunciare. I vantaggi di queste tecniche consistono nell'applicabilità per quantificare anche i valori di "non-uso" delle risorse ambientali e per valutare gli impatti negativi sull'ambiente naturale come mancato beneficio. Attraverso le tecniche della contabilità ambientale si possono monetizzare gli effetti fisici delle attività economiche sull'ambiente. Per l'applicazione operativa di questi strumenti conoscitivi è necessario migliorare l'organizzazione dei dati e delle informazioni. La correlazione tra i conti fisici sull'inquinamento o sui consumi di risorse e gli impatti ambientali può essere realizzata solo con l'uso appropriato di indicatori e sistemi contabili integrati (Seea, Un 2003). Tra le varie metodologie sviluppate in questo campo, un sistema noto per organizzare le informazioni è quello dei *determinanti, pressioni, stato, impatti, risposte* (Dpsir), in cui le informazioni raccolte riguardano: gli elementi territoriali che possono

determinare modifiche ambientali (imprese, infrastrutture, individui ecc.), le loro pressioni sull'ambiente (rilascio di inquinanti o consumi), lo stato del contesto ambientale (livello di qualità delle varie componenti, come clima o acque), gli impatti provocati dalle pressioni sulla qualità ambientale e le risposte assunte per migliorare la situazione (come le azioni di mitigazione delle emissioni serra o le spese sostenute per l'adattamento climatico). L'analisi dei parametri, degli indicatori, che descrivono queste categorie permette di valutare lo stato dell'ambiente e di migliorare le politiche di sviluppo. Per completare questi sistemi di supporto decisionale, oltre agli indicatori fisici, è utile considerare anche i valori economici. È importante osservare e valutare le performance integrate economico-ambientali e la distribuzione delle responsabilità inquinanti dei vari settori socio-economici: non è importante solo quanto si produce, ma anche come lo si fa. Uno strumento di contabilità ambientale, complementare al sistema Dpsir, in grado d'integrare a scala regionale indicatori fisici ed economici è Ramea (*Regional Accounting Matrix*

*including Environmental Accounts*; una regionalizzazione della contabilità Namea nazionale, v. *Ecoscienza*, 4/2013, p. 90). Tale sistema di supporto decisionale è stato sviluppato da Arpa Emilia-Romagna con alcuni scopi fondamentali: organizzare le informazioni per stimare gli effetti ambientali delle strategie regionali sullo sviluppo (es. valutazione ambientale strategica dei programmi di allocazione dei finanziamenti), controllare l'esito ambientale delle politiche (es. monitoraggio ambientale *in itinere* ed *ex post* delle politiche di sviluppo). La quantificazione dei conti ambientali deve ancora superare molti ostacoli pratici, tra cui la selezione delle metodologie più adeguate per definire gli impatti ambientali complessi o l'applicazione della valutazione monetaria ai settori determinanti per l'ambiente (come la produzione di energia e il suo effetto serra, l'uso delle risorse naturali scarse con prezzi adeguati, l'impatto sulla salute umana ecc.).

Elisa Bonazzi, Paolo Cagnoli

Arpa Emilia-Romagna



# COLTURE E ALLEVAMENTI, SERVONO AZIONI DI TUTELA

LE INFLUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SUL SETTORE AGRICOLO E AGROALIMENTARE SONO MOLTO SIGNIFICATIVE. UNA NON ADEGUATA INTERAZIONE E PROGRAMMAZIONE TRA STRATEGIE DI ADATTAMENTO E MITIGAZIONE POTREBBE COMPROMETTERE LA STABILITÀ DEL SISTEMA. SERVONO MISURE EFFICACI E COERENTI TRA I VARI SETTORI E A DIVERSE SCALE.

Con l'avvento della globalizzazione, anche un settore come quello agricolo, fortemente radicato nelle tradizioni locali, è stato soggetto a scelte politiche ed economiche fatte a livello mondiale o regionale (Wto, Unione europea, Psr. Per quanto riguarda l'Italia, le politiche agricole comunitarie (Pac) hanno svolto un ruolo fondamentale nel determinare l'evoluzione del settore agricolo. A questi aspetti di natura politico-economica si sono aggiunti, poi, altri fattori come quelli ambientali, che hanno contribuito ad accentuare le problematiche del settore agricolo. In particolare, un ruolo fondamentale sarà giocato dagli impatti che i cambiamenti climatici avranno sulla produzione agricola e dalle strategie che potranno essere impiegate per ridurre e rispondere a queste variazioni climatiche (strategie di mitigazione e/o adattamento). Considerando l'eterogeneità e la

grandezza del sistema agricoltura, lo studio della vulnerabilità al cambiamento climatico riguarda sia le produzioni agricole più importanti (colture da seme, orticole, foraggere, da energia, arboree ecc.), che le produzioni legate al comparto zootecnico.

Per quanto riguarda le principali colture annuali di pieno campo (cereali, oleaginose, colture da tubero e radice) le riduzioni produttive maggiori interesseranno le colture estive non irrigate (es. girasole). A livello invece di colture orticole, le risposte varieranno da specie a specie in funzione del tipo di componente commestibile (organi vegetali, riproduttivi, radici) e della risposta fenologica alla variazione delle temperature (colture a ciclo determinato o indeterminato). Relativamente agli effetti su prati e pascoli, i cambiamenti climatici potranno incidere sia sulle componenti produttive che su quelle

qualitative (es. rapporto C/N); mentre il reale beneficio delle colture da energia non è ancora chiaramente determinato. Le colture arboree (es. vite e olivo) infine, saranno caratterizzate da diminuzioni qualitative e quantitative delle produzioni e da possibili spostamenti degli areali di coltivazione.

La capacità degli animali allevati di riprodursi, di crescere e di produrre latte esprimendo al massimo il loro potenziale genetico e la capacità degli stessi di mantenersi in buone condizioni di salute sono fortemente influenzati dai fattori di natura climatica. Riguardo all'efficienza riproduttiva, nelle specie bovina e suina lo stress da caldo aumenta l'incidenza di calori silenti, altera lo sviluppo follicolare e la spermatogenesi, si associa ad aumento dei casi di aborto e impatta negativamente con lo sviluppo embrionale. In tutte le specie si osserva calo dell'ingestione



di alimento e del tasso di crescita. Nei mammiferi si osserva declino della produzione di colostro e di latte con un significativo peggioramento anche degli aspetti qualitativi: calo del contenuto di immunoglobuline, riduzione delle percentuali di proteine e di grasso, alterazione dei rapporti tra le frazioni proteiche e alterazione della composizione acidica. Sono inoltre note le associazioni tra stress da caldo e occorrenza di malattie (infettive, metaboliche ecc.) nonché tra stress da valori elevati della temperatura e aspettative di vita. A questo poi si devono aggiungere gli effetti indiretti che i cambiamenti climatici esercitano sulla crescita e la qualità degli alimenti (colture foraggere, cerealicole e di proteaginose) nonché sulla disponibilità di acqua.

Per fronteggiare questi impatti, dovranno essere adottate delle misure in grado di minimizzare le conseguenze negative causate dai cambiamenti climatici (strategie di adattamento). Le misure di adattamento possono essere comprese all'interno di strategie nazionali o regionali, ma possono tuttavia presentarsi anche come interventi pratici a livello di collettività o di singoli individui (es. polizze assicurative). Affinché le misure di adattamento siano adottate nel giusto momento e siano efficaci e coerenti tra i vari settori interessati, sarebbe necessario un approccio più strategico basato sulla cooperazione tra i vari livelli politici, su scala da europea a locale. Tuttavia a oggi la situazione relativa allo sviluppo e all'applicazione di tali misure di adattamento è ancora piuttosto frammentata.

In Italia, benché non facenti parte di uno specifico documento di pianificazione nazionale, esistono nell'ambito agricolo diverse opzioni gestionali assimilabili a strategie di adattamento che sono attivate sul territorio nazionale. In particolare, esse rientrano all'interno delle attuali politiche nazionali di tutela dell'ambiente, di prevenzione dei disastri naturali, di gestione sostenibile delle risorse naturali e di tutela della salute, nonché all'interno della Condizionalità e dei Psr della Politica agricola comunitaria. Nel complesso sono mirate alla tutela del suolo assicurata mediante la riduzione dei fenomeni erosivi, la conservazione della sostanza organica del suolo, la protezione della struttura e il mantenimento del complesso suolo in condizioni idonee alla coltivazione e all'ambiente in genere, e inoltre alla gestione e alla protezione delle risorse idriche e della loro qualità.

A tali strategie di adattamento, vanno poi aggiunte tutte quelle misure che si pongono l'obiettivo di agire sulle cause del cambiamento climatico e in particolare sulla riduzione e sulla stabilizzazione delle emissioni e della concentrazione di gas serra presenti in atmosfera provenienti dalle attività agricole (strategie di mitigazione). Una non adeguata interazione e programmazione tra strategie di adattamento e mitigazione potrebbe compromettere la stabilità del sistema stesso. Le azioni di mitigazione e di adattamento possono, infatti, considerarsi tra loro complementari e non alternative con addirittura azioni sinergiche tra di loro.

La valutazione dei costi diretti associati alla sola riduzione delle rese quantificano la perdita potenziale nello 0.7% del Pil per un aumento della temperatura di 2°C e nell'1.9% del Pil per i 4°C (13 e 30 miliardi di euro rispettivamente). Il dato più evidente che comunque emerge è l'esiguo numero di studi economici

disponibili per l'Italia e l'assenza di un'analisi sistematica integrata per la quantificazione degli impatti in agricoltura che incorpori la diversità degli impatti fisici (eventi estremi, alluvioni, siccità, aumenti di temperatura) sulle rese, sugli usi e copertura del suolo. I pochi dati attualmente disponibili sono quindi da prendersi con assoluta cautela e necessitano di essere integrati/validati con ulteriore e più approfondita ricerca.

#### Marco Bindi

Dipartimento di Scienze delle produzioni agroalimentari e dell'ambiente (Dispaa),  
Università degli studi di Firenze

Il testo è stato estratto dal *Rapporto di sintesi sugli impatti e vulnerabilità settoriali, costi/benefici delle azioni/misure di adattamento settoriali: Agricoltura - produzione alimentare*, al quale hanno contribuito G. Bonati, F. Bosello, N. Lacetera, F. Miglietta, P.P. Roggero, D. Spano, D. Ventrella.



# OPPORTUNITÀ E NUOVE INCERTEZZE PER L'AGRICOLTURA

I RISCHI PER L'AGRICOLTURA ITALIANA DERIVANTI DAL RISCALDAMENTO GLOBALE SONO LEGATI SOPRATTUTTO AL CICLO IDRICO, ALLA PRODUTTIVITÀ DELLE COLTURE, ALL'AUMENTO DELL'INCERTEZZA. NUMEROSI PROGETTI STUDIANO LE MISURE DI ADATTAMENTO PER SALVAGUARDARE I RACCOLTI E PROMUOVERE UNA NUOVA SOSTENIBILITÀ.

La variabilità climatica e il riscaldamento globale sono le prossime più importanti sfide per l'agricoltura. I loro impatti sono delineati nei documenti ufficiali internazionali e nazionali. In Italia, il libro bianco del ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali (Mipaaf, 2011), che affronta le sfide e le opportunità dello sviluppo rurale per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, ha fornito una descrizione ad ampio raggio dei rischi che si potranno manifestare nel settore agricolo italiano. Di fatto, numerosi eventi meteorologici estremi hanno ultimamente causato significative riduzioni di resa in diverse aree del globo, riducendo la sicurezza alimentare e aumentando, anche a scala locale, la sensibilità del mondo agricolo verso il cambiamento climatico, le sue cause e conseguenze. Nel prossimo futuro la combinazione dei fattori di pressione quali l'innalzamento delle temperature, l'aumento della concentrazione di anidride carbonica e la frequenza e l'intensità degli eventi meteorologici estremi determinerà un impatto ulteriore sulle rese agricole. Il ciclo dell'acqua sarà quello maggiormente interessato dal cambiamento climatico; alle latitudini dell'Europa mediterranea sono previste riduzioni e variazioni dei regimi pluviometrici, con l'aumento dei periodi siccitosi e delle precipitazioni intense, un accresciuto pericolo per l'equilibrio idrogeologico e la conservazione dell'agro-ambiente. Con la sensibile diminuzione dell'efficienza agronomica delle piogge, l'approvvigionamento idrico rappresenterà un fattore decisivo per il settore agricolo italiano e far fronte alla siccità diventerà una sfida: le disponibilità di acqua saranno ridotte e sarà sempre più difficile soddisfare le richieste irrigue. Tecniche agronomiche che riducano i consumi, modelli di bilancio che guidino le irrigazioni, sistemi di irrigazione efficienti e nuove varietà potranno contribuire alla gestione dei conflitti

per l'uso della risorsa. In generale, la possibilità di aumentare la resilienza dei sistemi agricoli e stabilizzare la produttività delle colture è affidata a tecniche consolidate o innovative di conservazione della capacità produttiva del terreno, con il mantenimento della sostanza organica e la preservazione della biodiversità, di riduzione degli input energetici nel processo di coltivazione e di ricerca genetica a diversi livelli. A seguito dell'aumento dell'incertezza legata al cambiamento, la gestione agricola è sempre più concepita come una forma di gestione del rischio, alla cui riduzione possono fortemente contribuire le previsioni climatiche a lungo termine, come quelle stagionali o annuali. La necessità di una maggiore e migliore informazione climatica è in crescita da parte dei decisori, delle assicurazioni e degli imprenditori agricoli per ridurre l'impatto sulla produzione e mantenere i risultati economici.

Fondamentale risulta la disponibilità di servizi climatici con informazioni ritagliate sulla realtà agricola: sistemi di allerta precoce, indispensabili per limitare danni ambientali ed economici, e proiezioni climatiche a scala locale con una dimensione spaziale e un orizzonte temporale appropriato alle necessità degli utenti, associandone la comunicazione dell'incertezza. L'assistenza agricola dovrà affrontare le sfide del cambiamento concentrandosi sull'interpretazione delle informazioni climatiche e sulla preparazione di gestioni agrarie alternative.

## Agroscenari per l'adattamento e la sostenibilità

Una vasta produzione di letteratura scientifica si interessa degli aspetti specifici del rischio e dell'incertezza,

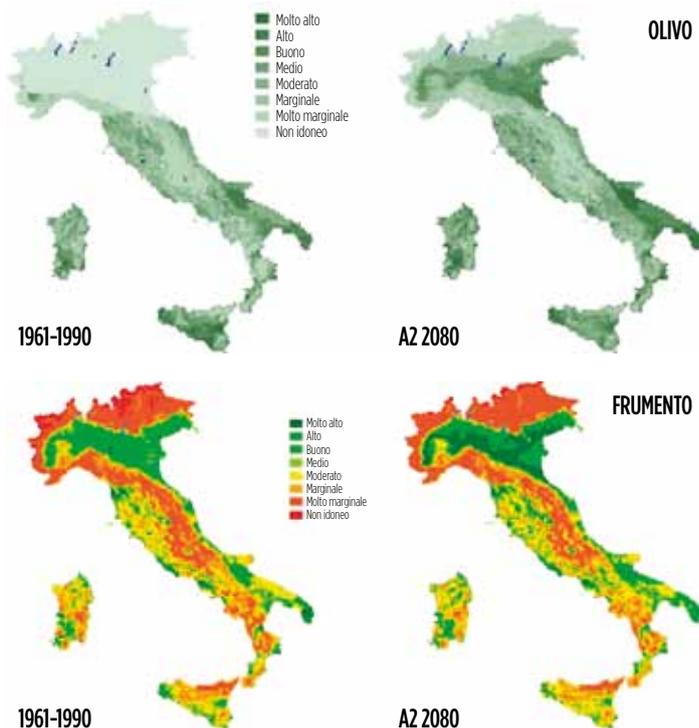


FIG. 1  
SCENARI DI CAMBIAMENTO

Indice di vocazionalità per le colture di olivo (sopra) e frumento (sotto) calcolato per il periodo di riferimento (1961-1990) e per il 2080 sotto lo scenario di emissione A2.

Fonte: Libro bianco "Sfide ed opportunità dello sviluppo rurale per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici", Mipaaf, 2011.

legati all'interazione della forte variabilità climatica e del riscaldamento globale sui diversi ambiti di coltivazione; così come molti progetti europei, nazionali e regionali affrontano il problema della mitigazione del riscaldamento globale e dell'adattamento al cambiamento. Ad esempio, il progetto Agrosce-nari, finanziato dal Mipaaf è rivolto all'adattamento dell'agricoltura italiana al cambiamento climatico, già in atto e futuro, e mira a definire le basi scientifiche e le informazioni di riferimento per orientare l'attività agricola nazionale verso forme di adattamento, secondo criteri di sostenibilità ambientale ed economica, con particolare attenzione alle risorse idriche. Il progetto considera alcuni principali sistemi produttivi regionali dell'agricoltura italiana, quali la viticoltura, l'olivicoltura, la cerealicoltura, l'orticoltura intensiva, la cerealicoltura per fini zootecnici e la frutticoltura intensiva. Sono studiate le interrelazioni tra i cambiamenti climatici e i sistemi agricoli per valutare possibili strategie di adattamento al fine di limitare le perdite e di salvaguardare la qualità e quantità dei raccolti. Agrosce-nari sta fornendo prodotti come manuali, cartografie, mappe fenologiche, materiale di base per corsi di formazione, modelli di previsione delle richieste irrigue, dell'evoluzioni di fattori biotici e abiotici, e della trafficabilità dei suoli agrari delle aziende, documenti specifici per finalità operative e per i decisori politici. Il progetto dedica inoltre particolare attenzione alle tematiche comunicative, sottolineate più volte nei documenti degli organismi internazionali (es. Wmo, Fao, Ipcc), per favorire comportamenti consapevoli nelle filiere agricole.

## Climate ChangER, mitigazione senza perdere in produttività

Sul lato della mitigazione, il progetto Climate ChangER, finanziato dal programma Life+, si concretizza nei confini regionali dell'Emilia-Romagna (v. articolo a pag. 50). Il progetto vuole dimostrare come ridurre i gas effetto serra (Ghg) prodotti dal sistema agricolo dell'Emilia-Romagna, considerando le emissioni dalla "culla al cancello aziendale" di metano (CH<sub>4</sub>), protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). L'agricoltura dell'Emilia-Romagna rappresenta circa l'8,5% della nazionale per superficie agricola utilizzata (Sau) utilizzata e circa l'8,7% per produzione lorda vendibile (Plv). La produzione

primaria è spesso parte di sistemi agricoli più complessi, come quelli zootecnici e ortofrutticoli, specializzati in prodotti di alta qualità: tradizionali (formaggio Parmigiano Reggiano Dop, pesche e pere Igp); inseriti in processi di trasformazione consolidati (consere di pomodoro, pasta); da agricoltura detta integrata, cioè che utilizza metodi di produzione con il minimo impiego di prodotti chimici (fertilizzanti e fitofarmaci, soprattutto). Si tratta di un sistema complesso, ma ben bilanciato, che presta attenzione all'ambiente, la salute dei consumatori e i produttori agricoli. L'obiettivo del progetto è diminuire di 0,2 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>eq in tre anni le emissioni di origine agricola dell'Emilia-Romagna per le colture destinate all'industria alimentare (pomodoro, fagiolino e grano duro), frutta (pesche e pere), carne bovina e latte (fresco e per la produzione di Parmigiano Reggiano). Buone pratiche di mitigazione, efficaci, efficienti, che non riducono la

produttività (in termini di quantità e di qualità) saranno proposte alla valutazione degli operatori e dei decisori politici, attraverso un processo di gestione condivisa per la definizione di politiche agricole regionali che premino l'azione di contrasto al cambiamento climatico. Un importante risultato del progetto saranno quindi gli indirizzi di *governance* per una programmazione del futuro Piano di sviluppo rurale 2014-2020 della Regione Emilia-Romagna, anche a livello applicativo, nella fase di evoluzione dello stesso Psr 2014-2020. Questo potrà contribuire alla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio prevista dalla *Strategia Europa 2020* e indirizzare a questo scopo l'uso dei sostegni che l'agricoltura avrà dal Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (Fear).

**Lucio Botarelli**

Arpa Emilia-Romagna



# RIDURRE LE EMISSIONI DI GAS SERRA NEI SISTEMI AGRICOLI

IL PROGETTO LIFE CLIMATE CHANGER PROMUOVE IL CONTRIBUTO DELL'AGRICOLTURA EMILIANO-ROMAGNOLA ALLA MITIGAZIONE CLIMATICA, TRAMITE UNO STUDIO LCA E LA DIFFUSIONE E ADOZIONE DI BUONE PRATICHE IN AZIENDE PARTNER. L'ATTENZIONE È POSTA SU COLTURE PER L'INDUSTRIA ALIMENTARE, FRUTTA E PRODUZIONI ZOOTECNICHE.

La produzione di cibo è senza dubbio un'attività essenziale per l'umanità, ma le sue modalità hanno conosciuto un'enorme intensificazione negli ultimi decenni, sia per soddisfare la crescente domanda di derrate dovuta all'aumento della popolazione, sia per il desiderio di un'alimentazione più ricca, in particolare di proteine animali, da parte di mercati sempre più vasti.

L'intensificazione agricola si è tradotta soprattutto nell'aumento della meccanizzazione, della concimazione azotata dei campi e dell'allevamento di animali da carne e da latte. Tutte queste attività sono fonte di gas serra e dunque contribuiscono in maniera non trascurabile ai cambiamenti climatici in corso. I bovini ad esempio emettono durante la digestione della cellulosa sostanziali quantità di metano, un gas che ha un potenziale serra ben 25 volte superiore alla CO<sub>2</sub> e la cui presenza in

atmosfera è passata da circa 800 parti per miliardo (ppb) di inizio Novecento alle attuali 1800 circa. Anche le concimazioni azotate contribuiscono all'effetto serra, generando indirettamente l'emissione di protossido d'azoto, gas che ha un potenziale serra pari a 300, e la cui presenza in atmosfera segue da qualche decennio un trend in crescita (280 ppb nel 1900, 320 nel 2010).<sup>1</sup>

Una volta convertite in equivalente di anidride carbonica, le attività agricole, incluse le zootecniche, contribuiscono complessivamente per circa un settimo (14%) alle emissioni serra di origine umana. Se a questa fetta si aggiunge l'effetto della deforestazione tropicale, che spesso è attuata per aumentare le zone coltivate o a pascolo, ecco che il contributo supera un quarto del totale (ca. 28%).<sup>2</sup>

I consumatori più accorti conoscono questi problemi e regolano di conseguenza i propri consumi alimentari,



ad esempio diminuendo gli acquisti di carni rosse oppure consumando prodotti biologici e acquistando frutta e verdura di stagione, che raggiunge quindi i mercati dai campi più vicini senza eccessivi costi energetici di trasporto e conservazione. Naturalmente le emissioni possono essere ridotte anche lavorando sul versante dell'offerta, anche se questo implica analisi non banali del ciclo di produzione per individuare gli snodi più emissivi e le pratiche innovative da attuare per contenere le emissioni climalteranti. Quando un litro di latte appena munto esce dal cancello dell'allevamento bovino, a esso sono associati i consumi di materie prime e di energia necessari al mantenimento in vita e in salute del bestiame, ivi inclusi quindi i mangimi, i foraggi, i consumi elettrici e di carburante dell'azienda. Per tenere conto di tutti questi fattori viene applicata la tecnica Lca (*life cycle analysis*, analisi del ciclo di vita), che converte tutti gli "ingredienti" necessari alla produzione del latte in valori di emissioni serra, espresse in equivalente di CO<sub>2</sub>. Queste analisi si possono fare (e vengono fatte) anche per calcolare il costo emissivo di un quintale di grano duro destinato alla produzione di pasta alimentare o di un quintale di pomodori coltivati a pieno campo e diretti all'industria conserviera. Il contenimento delle emissioni deve far leva per esempio su tecniche di precisione nella concimazione azotata, in maniera da fornire per quanto possibile esattamente il fabbisogno di azoto della coltura ed evitare perdite (con benefici anche sulla



qualità delle acque) oppure, nel caso dei bovini, in modifiche della dieta, con ingredienti simili per qualità nutritiva ma meno ricchi in cellulosa e dunque meno soggetti alle emissioni di metano (che derivano in effetti da popolazioni di batteri simbiotici, residenti nell'apparato digerente dei ruminanti).

Il progetto Life+ Climate ChangER è nato in ambito regionale per dare prosecuzione agli interventi che la Regione Emilia-Romagna ha attivato già dalla metà degli anni 70 per ridurre l'impatto dell'agricoltura sull'ambiente e sull'uomo. Dopo avere affrontato le tematiche dell'impiego dei fitofarmaci prima, dei fertilizzanti poi e infine anche dell'uso oculato delle risorse idriche e del suolo stesso, l'ulteriore sfida che bisogna affrontare oggi è quella della riduzione dei gas serra.

A questo scopo è stato presentato alla Commissione Ue il progetto Life+ "Climate ChangER" dal titolo "Riduzione delle emissioni di gas effetto serra da parte dei sistemi agricoli della Regione Emilia-Romagna".

La Commissione lo ha approvato il 13 maggio scorso. Si tratta di un progetto presentato dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del noto Programma europeo Life e che ha come obiettivo la dimostrazione pratica della riduzione delle emissioni dei Ghg, prodotti dal sistema agricolo dell'Emilia-Romagna, Climate ChangER affronterà questo problema all'interno della fase di produzione agricola sia vegetale che zootecnica. L'attenzione verrà posta specificamente su alcune colture destinate all'industria alimentare (pomodoro, fagiolino e grano duro), frutta (pesche e pere) e su alcune produzioni zootecniche, carne bovina e latte (fresco e per la produzione di Parmigiano-Reggiano). La Direzione generale Agricoltura della Regione si avvarrà per questo anche del supporto scientifico di Arpa Emilia-Romagna e degli enti di ricerca regionali Crpv e Crpa. Per la realizzazione delle attività e il coinvolgimento diretto dei produttori e dei consumatori il progetto vede la presenza di partner privati che già avevano operato molto attivamente in iniziative coerenti con questi obiettivi: Apo Conerpo, Barilla, Coop Italia, Cso, Granarolo, Granterre e Unipeg. Uno degli aspetti positivi è che le attività che verranno proposte all'interno delle aziende dimostrative sono frutto di attività sperimentali e di studi in gran parte già realizzati e applicati come tecniche di produzione integrata e di



FOTO:IMMIDEG - FLICKR (C)

buone pratiche zootecniche. Le tecniche già disponibili e quelle innovative verranno applicate in modo fra loro integrato a livello applicativo cercando le massime sinergie, per dimostrare che l'agricoltura regionale, pur già orientata alla riduzione dei gas serra, in futuro potrà fornire un contributo ancora più incisivo.

A monte della fase dimostrativa, il progetto comprende un'azione preparatoria di analisi delle informazioni e degli studi già condotti. È previsto poi uno studio di applicazione della metodologia Lca nei sistemi agricoli dell'Emilia-Romagna che comprende la raccolta dei dati, la loro analisi, i relativi calcoli e la valutazione/reporting. Le azioni tecniche, così come quelle di monitoraggio dell'impatto del progetto, saranno orientate *step-by-step* con la condivisione di metodologie e risultati tra il gruppo di partner, con gli *stakeholder* e gli esperti di un gruppo di orientamento europeo. La valutazione dei risultati riguarderà anche gli aspetti economici. La diffusione e l'adozione delle *buone pratiche* sarà sostenuta da una forte attività di informazione e dimostrazione che proseguirà dopo la fine del progetto a supporto delle politiche regionali per contrastare i cambiamenti climatici. Le azioni di dimostrazione saranno realizzate con la diretta partecipazione delle aziende partner, che rappresentano con la loro base di soci e fornitori oltre il 30% degli agricoltori dell'Emilia-

Romagna. Essi svolgono un ruolo centrale nel progetto, perché sviluppano e valutano con i partner le buone pratiche. Un piano di comunicazione sarà predisposto per sensibilizzare i cittadini e i consumatori sul tema della sostenibilità delle produzioni agricole e informare gli operatori del settore agricolo sulle tecniche sviluppate e i risultati del progetto.

L'obiettivo è quello di promuovere metodi di produzione sostenibili che potranno essere applicati direttamente avvalendosi anche degli aiuti del futuro Programma di sviluppo rurale. L'applicazione dei metodi proposti diminuirà di 0,2 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>eq in tre anni le emissioni di origine agricola dell'Emilia-Romagna: questi obiettivi sono coerenti con i target politici europei contenuti nella Strategia Europa 2020. Il progetto ha un costo complessivo di poco meno di un milione e 800 mila euro e sarà cofinanziato al 50% dalla Ue.

**Carlo Malavolta<sup>1</sup>, Roberta Chiarini<sup>1</sup>, Guido Violini<sup>1</sup>, Milena Breviglieri<sup>1</sup>, Vittorio Marletto<sup>2</sup>**

1. Regione Emilia-Romagna
2. Arpa Emilia-Romagna

#### NOTE

<sup>1</sup> [www.eea.europa.eu/data-and-maps](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps)

<sup>2</sup> [http://bit.ly/ccafs\\_agri](http://bit.ly/ccafs_agri)

# LE FORESTE ITALIANE, UNA RICCHEZZA A RISCHIO

I CAMBIAMENTI CLIMATICI CAUSANO NELLE FORESTE ITALIANE UNA RIDUZIONE DEI TASSI DI CRESCITA E UNA PERDITA LOCALE DI BIODIVERSITÀ. LE ALTERAZIONI COMPROMETTONO LA FUNZIONALITÀ E I SERVIZI ECOSISTEMICI CHE IL SISTEMA FORESTALE OFFRE. È NECESSARIO DEFINIRE UN PIANO DI RISCHIO E LINEE GUIDA PER LA GESTIONE.

I boschi italiani svolgono da sempre un importante ruolo multifunzionale capace di erogare, a vantaggio della collettività, benefici sia di tipo economico che di tipo ambientale. Attualmente, il sistema foresta-legno in Italia coinvolge più di 125.000 imprese e più di 720 mila addetti. Accanto alla funzione produttiva, anche i servizi ecosistemici offerti dalle nostre foreste ricoprono un ruolo sempre più importante nell'economia del paese: la tutela idrogeologica, la regolazione del ciclo dell'acqua, la conservazione del paesaggio e della biodiversità, la mitigazione del cambiamento climatico grazie all'assorbimento dell'anidride carbonica dall'atmosfera e le crescenti attività turistico-ricreative, sportive, di didattica ambientale, di valorizzazione dei prodotti non legnosi, culturali (musei e concerti in foresta) e ricettive sono solo alcuni dei servizi ecosistemici offerti oggi dalle foreste italiane.

Dall'ultimo inventario nazionale delle foreste (Infoc, 2005) è emerso che il patrimonio forestale italiano è rappresentato da quasi 9 milioni di ettari boscati, pari al 29% del territorio nazionale, con un potenziale di assorbimento di anidride carbonica pari a 16,2Mt CO<sub>2</sub>/anno, a fronte di un impegno residuo di riduzione delle emissioni previsto dal Protocollo di Kyoto per il 2012 di 95 Mt CO<sub>2</sub>/anno. Inoltre, la filiera forestale italiana costituisce un'importante opportunità per l'approvvigionamento di biomasse legnose per fini energetici, soprattutto in vista degli obblighi Eu 20-20-20, e, se ben pianificata, potrebbe portare non solo a indubbi benefici ambientali, ma anche a importanti ricadute occupazionali e di sviluppo territoriale.

In base ai più recenti risultati derivanti dalla comunità scientifica nazionale e internazionale, di prossima divulgazione nel Quinto rapporto dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (Ar5 Ipcc), l'impatto dei cambiamenti climatici sulle foreste



FOTO: NSWE - PANORAMIO

italiane si sta traducendo in una riduzione dei tassi di crescita e della produttività, con cambiamenti nella composizione delle specie presenti e *shift* altitudinali e latitudinali (tendenzialmente verso nord-est) degli habitat forestali con conseguente perdita locale di biodiversità. Inoltre, a causa dell'aumento della temperatura media e della siccità estiva, si registra un aumento del rischio di incendio e di danni da insetti e patogeni, con conseguente alterazione del ciclo dell'acqua e del carbonio. Gli incendi boschivi infatti rappresentano una notevole fonte di CO<sub>2</sub> e gas a effetto serra, influenzando non solo la qualità dell'aria e la salute umana, ma anche il budget atmosferico e il ciclo del carbonio a scala globale.

Queste alterazioni sono tali da mettere a rischio il patrimonio forestale italiano, compromettendone la funzionalità e i servizi ecosistemici che esso offre e sono destinate ad aumentare in risposta anche agli scenari climatici futuri. Nonostante ciò non esiste a tutt'oggi una politica nazionale di adattamento che permetta di "mettere in sicurezza" le foreste e i servizi che esse assolvono.

È quindi necessario definire un *piano di rischio delle foreste italiane* che preveda una *zonizzazione* dell'intera superficie forestale nazionale con relativa classificazione del rischio e lo sviluppo di linee guida delle attività di gestione forestale volte a migliorarne la capacità di adattamento al cambiamento climatico. Il piano di rischio delle foreste italiane, oltre all'utilizzo di mappe forestali nazionali (*Corine Land Cover*) e dati di inventario forestale (Infoc), potrebbe beneficiare degli strumenti e degli input più recenti e innovativi derivanti dalle attività di ricerca e sviluppo, come scenari climatici e modelli di impatto ambientale ad alta risoluzione spaziale e temporale, costituendo anche un'opportunità occupazionale per i giovani laureati. Le linee guida per l'attività di gestione forestale dovrebbero incentivare interventi di adattamento al cambiamento climatico del settore forestale basati sui principi di Gestione forestale sostenibile (Mcpfe – *Forest Europe*), come previsto anche dal Programma quadro nazionale per il settore forestale (Pqsf). In particolare, nella strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici

si dovrà tenere conto per il settore forestale di azioni di adattamento volte a una corretta pianificazione territoriale al fine di:

- proteggere la biodiversità e aumentare la resilienza dei boschi all'impatto dei cambiamenti climatici
- tutelare le nostre foreste dagli incendi boschivi
- proteggere il suolo e ridurre il dissesto idrogeologico attraverso, ad esempio, il recupero di terreni degradati e terreni soggetti a erosione, bonifiche di terreni industriali, tramite attività di riforestazione
- incentivare la filiera corta utilizzando il legname proveniente da boschi e aziende locali, trasformato e commercializzato nella regione, favorendo l'economia locale creando posti di lavoro e riducendo le distanze dei trasporti, con conseguente riduzione dei costi del carburante e delle emissioni di CO<sub>2</sub>
- riutilizzare biomasse di scarto che potrebbero attivare meccanismi di innovazione tecnologica e di investimento nel campo di nuovi materiali (chimica verde) e delle bioenergie
- favorire specie forestali più adatte ai cambiamenti climatici, soprattutto



per quanto riguarda la forestazione e l'arboricoltura da legno.

Una valida strategia di adattamento ai cambiamenti climatici e messa in sicurezza delle foreste potrà realizzarsi solo attraverso il coordinamento e la collaborazione tra istituzioni, stakeholders e iniziative correlate alle politiche forestali con l'obiettivo di raggiungere una convergenza politica e istituzionale di intenti e strumenti finanziari locali, nazionali e cofinanziati dall'Ue. Inoltre, tali strategie e attività

devono anche costantemente essere supportate da un'attività di ricerca scientifica forestale, in particolare a cura di Università, Cra e Cnr, mirata a fornire nuove conoscenze in materia di cambiamenti climatici e dei relativi impatti.

**Maria Vincenza Chiriaco,  
Riccardo Valentini**

Dibaf, Università degli Studi della Tuscia e Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici, Cmcc

FIG. 1  
FORESTE IN EUROPA

Mappa del territorio coperto da foreste in Europa.

Fonte: European Environment Agency.

- Tessuto urbano
- Foreste di latifoglie
- Foreste di conifere
- Foreste miste



# BIODIVERSITÀ A RISCHIO PER GLI ECOSISTEMI ACQUATICI

LA SOPRAVVIVENZA DELLA BIODIVERSITÀ E DEI SERVIZI ECOSISTEMICI DI ACQUE INTERNE E DI TRANSIZIONE, MINACCIATE DALLE ALTERAZIONI DEL CICLO IDROLOGICO INDOTTE DAL CAMBIAMENTO CLIMATICO, È ESSENZIALE PER LA DIFESA IDRAULICA DEL TERRITORIO E LA RIQUALIFICAZIONE TERRITORIALE E AMBIENTALE.

**L**e acque interne e di transizione presentano una grande varietà di ecosistemi interconnessi e disposti a cascata: bacini fluviali, laghi naturali e artificiali, piccole acque lentiche, ecosistemi dipendenti dalle acque sotterranee e ambienti di transizione a mare. Le influenze del cambiamento climatico si propagano dagli uni agli altri, soprattutto lungo la direttrice continente-mare. Per questo motivo, gli effetti delle pressioni locali e globali possono essere analizzati e valutati in modo adeguato avendo come riferimento unificante la scala integrata del bacino idrografico e della zona marina-costiera adiacente. Lo stato di conservazione e la vulnerabilità della biodiversità e delle funzioni e dei servizi degli ecosistemi di acque interne e di transizione sono anzitutto influenzati da pressioni locali dovute, ad esempio, all'uso del suolo e delle risorse idriche, allo sviluppo del settore energetico e al dissesto idrogeologico.

Considerando scenari climatici caratterizzati dalla diminuzione della deposizione umida e dall'aumento delle temperature, ci si può attendere un aumento della richiesta di acqua a fronte di una minore disponibilità. Le scelte che verranno adottate per far fronte a questi bisogni avranno effetti non solo sui singoli ecosistemi acquatici, ma sulla rete di ecosistemi che si sviluppa dalle acque interne a quelle di transizione. Sia nell'arco alpino che lungo la dorsale appenninica sono presenti zone umide, sorgenti e laghi d'alta quota. Questi ultimi, in particolare, sono dei veri e propri sensori dei processi globali in quanto dipendenti dagli apporti meteorici, dei quali riflettono qualità e quantità. La loro persistenza dipende



FOTO: DIMARADAM - FLOCR/CC

dalle alterazioni del ciclo idrologico indotte dal cambiamento climatico, in particolare dalla scarsità della deposizione umida, dallo scioglimento e dall'arretramento di nevai e ghiacciai, ma anche dall'uso della risorsa idrica in un contesto di scarsa disponibilità. Ne sono un esempio il prelievo di acqua per l'innervamento artificiale e lo sviluppo del settore idroelettrico che ha un notevole impatto in tutto l'arco alpino e, in misura minore, nelle aree appenniniche. Gli effetti, amplificati dalla diminuzione delle deposizioni umide, sono misurabili in termini di deflusso, interruzione del continuum fluviale e frammentazione degli habitat.

## Serbatoi di biodiversità

Le piccole acque lentiche, le sorgenti e i laghi d'alta quota sono tra i maggiori

serbatoi di biodiversità, per cui la loro scomparsa implica perdita di endemismi e di una grande varietà di specie vegetali e animali, nonché un impoverimento generalizzato del paesaggio montano del quale sono componenti pregiate. Per i grandi laghi profondi diventano critiche le condizioni derivanti dagli effetti del riscaldamento globale sul bilancio termico delle acque. In particolare, l'aumento della temperatura media delle acque è correlato con la maggiore stabilità della stratificazione termica, che ha come effetto principale la diminuzione della profondità di rimescolamento. Gli effetti attesi sono dunque un aumento dell'oligomissi (eventi di rimescolamento completo meno frequenti) e in alcuni casi la comparsa della meromissi (rimescolamento parziale delle sole acque superficiali). Le modificazioni delle caratteristiche e dei processi fisici

1 Lago Becco, Val Brembana.

2 Lago Trasimeno.

3 Il canale Ostone a Marina di Lizzano (Ta).

delle masse d'acqua hanno effetti sulla struttura e sul funzionamento delle reti trofiche pelagiche e possono amplificare gli effetti dell'eutrofizzazione. Nell'arco alpino, la diminuzione degli apporti nivali e glaciali e l'aumento dei prelievi idrici potranno causare oscillazioni del livello idrometrico con gravi impatti anche sulle zone litoranee di basso fondale, dove le comunità bentoniche, ad esempio quelle dei molluschi, potranno subire danni irreversibili.

Condizioni di marcata vulnerabilità sono previste per i laghi dell'Italia centrale. In particolare, in quelli poco profondi, come il lago Trasimeno, sono già in atto fenomeni di interrimento e di degrado della qualità dell'ecosistema con perdita di specie pregiate e di interesse non solo conservazionistico, ma anche commerciale. Per la maggior parte di questi bacini, la sopravvivenza è da considerarsi a rischio già nei prossimi decenni se saranno confermati gli scenari climatici peggiori.

Critica è la situazione dei laghi artificiali delle regioni meridionali e delle isole per i quali si prevede un effetto combinato e sinergico delle pressioni locali e dei fattori globali. Le minori precipitazioni e l'aumento della temperatura saranno infatti accompagnati da un aumento della domanda idrica. Si potranno pertanto avere ampie variazioni dei livelli idrici, con impatti estremamente negativi sulle comunità bentoniche e pelagiche e favorevoli all'affermazione di specie invasive e alle fioriture di cianobatteri. La salvaguardia dell'integrità degli ecosistemi acquatici e della biodiversità non è un fatto marginale rispetto alla difesa idraulica del territorio, alla prevenzione e riparazione del dissesto. Le componenti naturali sono fondamentali nelle azioni di protezione e riqualificazione territoriale e ambientale. Vanno però considerate alla scala spaziale adeguata. Ad esempio, le fasce di pertinenza fluviale, se lasciate libere da infrastrutture e spazi urbanizzati, possono garantire la laminazione delle piene, il mantenimento dei processi biogeochimici da cui dipende la qualità dell'acqua, la ritenzione e l'accumulo di acqua, la qualità del paesaggio. La sistemazione delle aree dissestate e la messa in sicurezza dei corsi d'acqua non può dunque prescindere dalla salvaguardia delle comunità vegetali, della struttura e dei processi degli ecosistemi acquatici. In questo quadro, va annoverato anche il reticolo idrografico minore, inclusi i sistemi artificiali di canalizzazione, che ha ormai perso le caratteristiche e le funzioni originarie e che è soggetto a manutenzione



FOTO: FEDERICO BALESTRA - FLICKR (CC)

2



FOTO: VINCENZO TARANTINO - FLICKR (CC)

3

il più delle volte non idonea. In molti casi i canali sono cementificati e, sempre più frequentemente, intubati per ridurre le perdite del carico idraulico e la manutenzione. In tal modo aumentano l'artificialità del territorio e la velocità del deflusso e diminuisce la capacità tampone sia idrologica che biogeochimica. La vulnerabilità dei grandi corsi d'acqua è dovuta in larga misura all'interazione tra uso dei suoli, urbanizzazione, alterazioni idromorfologiche, gestione delle risorse idriche e variazioni del regime idrologico. Attualmente, si presentano problemi legati al deflusso residuo, all'*hydropeaking*, alla perdita di specie indigene e alla

crescente incidenza delle specie aliene. Le maggiori criticità si presentano nei corsi d'acqua del versante appenninico della Pianura Padana e nella parte peninsulare, dove il regime torrentizio, dipendente dall'andamento delle deposizioni umide, è sempre più marcato: lunghi periodi di secca sono in genere seguiti da piene lampo che accentuano il dissesto e compromettono in modo irreversibile le comunità naturali. Il deterioramento delle condizioni ecologiche è ulteriormente aggravato dalla frammentazione longitudinale e trasversale, dalla perdita di habitat e di endemismi e dall'aumento delle specie invasive.

Le acque di transizione, ovvero le foci fluviali e le lagune costiere, sono esposte da un lato alle variazioni del regime idrologico e del *runoff* dalle zone continentali e dall'altro all'innalzamento del livello marino. Trattandosi di sistemi a bassa profondità, gli impatti più gravi sono attesi nelle comunità bentoniche nelle quali si stanno già verificando fioriture di macroalghe invasive, microalghe tossiche e cianobatteri, seguite da frequenti crisi anossiche. Le opere di difesa idraulica a protezione dei centri abitati e delle zone agricole subsidenti saranno causa di un maggiore confinamento delle aree lagunari interne, con rischi crescenti di stagnazione e anossia delle acque. Complessivamente, le tendenze evolutive degli ecosistemi lagunari potranno essere sfavorevoli per le specie native a vantaggio delle specie esotiche, con possibili impatti sulle attività di pesca e acquacoltura. Nelle foci fluviali, nei periodi di secca si sta già verificando la risalita del cuneo salino, fenomeno che si è manifestato in modo significativo dal 2003 al 2007 e ancora nel 2012.

Nella maggior parte degli ambienti acquatici considerati potrà infine aumentare il metabolismo eterotrofo rispetto a quello autotrofo, con conseguente aumento delle emissioni di gas clima-alteranti ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$ ).

## Servono programmi di lungo termine

I piani e le azioni di adattamento al cambiamento climatico non possono avere successo se sono gestiti con una logica settoriale e con una prospettiva di breve termine e se non sono garantiti il mantenimento e/o il recupero della qualità ecologica e ambientale dei corpi idrici. A tale riguardo non ci sono però soluzioni di uso immediato e di facile applicazione. Occorre anzitutto individuare le nuove condizioni meteorologiche e idrologiche di riferimento che, in un contesto di grande variabilità, si discostano nettamente dai valori fin qui utilizzati. I concetti di qualità delle acque, di stato ecologico e di naturalità vanno rivisitati considerando la resilienza, la possibilità di riparazione dei danni e l'eventuale ricostruzione dell'ecosistema su uno stato di equilibrio desiderato. Questa è probabilmente una delle sfide più importanti per la ricerca ecologica e per le sue applicazioni. Le azioni di adattamento generali e comuni a tutte le tipologie di ecosistemi



FOTO: LUCA 4691 - FLICKR (CC)

4

di acque interne e di transizione devono avere alcuni presupposti fondamentali e imprescindibili di seguito elencati:

- 1) la conoscenza scientifica è un supporto fondamentale alle decisioni e alle politiche ambientali e, per far fronte al cambiamento climatico, sono necessari programmi di ricerca ecologica di lungo termine (si veda ad esempio Lter-Italia, [www.lter.it](http://www.lter.it))
  - 2) i sistemi scientifici di supporto alle decisioni devono essere fondati su modelli bioclimatici, modelli bioeconomici per l'analisi di scenari gestionali, modelli per le valutazioni di impatto e di incidenza che siano in grado di stimolare e orientare il confronto verso soluzioni possibilmente condivise e supportate da un'analisi costi-benefici che includa le componenti ambientali ([http://bit.ly/Nakamura\\_Rast](http://bit.ly/Nakamura_Rast))
  - 3) deve essere acquisito il concetto che gli ecosistemi delle acque interne sono interconnessi e disposti a cascata, per cui le azioni che si svolgono a monte hanno effetti che si possono propagare a valle. Ne consegue che azioni parcellizzate e settoriali non solo non potranno avere successo, ma potranno amplificare il danno.
- In termini operativi si deve procedere con l'adozione di una gestione adattativa, basata sull'esito degli interventi e sul progresso delle conoscenze. Gli interventi devono essere accompagnati da programmi di *early warning* e di monitoraggio delle azioni e dal consolidamento di linee di ricerca di lungo termine per la comprensione dei cicli naturali e delle alterazioni indotte dal cambiamento globale.

I piani di adattamento devono prevedere l'integrazione delle pianificazioni dei bacini idrografici con quelle della zona costiera e devono essere accompagnati dall'integrazione delle politiche di settore al fine di raggiungere un uso sostenibile delle risorse idriche; la riduzione del consumo dei suoli naturali e agricoli; il recupero e la valorizzazione ambientale delle aree marginali nel sistema agricolo; la conservazione e ripristino dell'integrità ecologica delle aree riparie che funzionano come tampone tra ecosistemi acquatici e terrestri.

### Pierluigi Viaroli

Professore di Ecologia, Dipartimento di Bioscienze, Università degli Studi di Parma

Al capitolo "Ecosistemi di acque interne e di transizione: biodiversità; e funzioni e servizi dell'ecosistema" della *Strategia nazionale per l'adattamento al cambiamento climatico* hanno contribuito Pierluigi Viaroli (coordinatore del capitolo), Giampaolo Rossetti, Marco Bartoli (Univ. Parma); Nico Salmaso (Fondazione Mach/Iasma); Marco Cantonati (Museo delle Scienze, Trento); Luigi Naselli Flores (Univ. Palermo); Fabio Stoch, Diana Galassi (Univ. l'Aquila); Marina Manca, Angela Boggero, Marzia Ciampittello, Diego Fontaneto, Piero Guilizzoni, Giuseppe Morabito, Nicoletta Riccardi, Michela Rogora, Pietro Volta (Cnr-Ise, Verbania Pallanza); Alessandro Ludovisi, Massimo Lorenzoni (Univ. Perugia); Loreto Rossi (Univ. Roma "La Sapienza"); Alberto Basset (Univ. Salento); Antonella Lugliè, Nicola Sechi, Bachisio Mario Padedda (Univ. Sassari); Paolo Magni (Cnr-Iamc, Oristano); Davide Tagliapietra (Cnr-Ismar, Venezia).

# CLIMA, ECOSISTEMI MARINI E ADATTAMENTO

NEGLI ULTIMI 10-15 ANNI LE TEMPERATURE DELL'ACQUA DI MARE SI SONO ALZATE CON UNA VELOCITÀ MAI REGISTRATA IN PRECEDENZA, CON CAMBIAMENTI SU HABITAT, ECOSISTEMI E ORGANISMI. ACIDIFICAZIONE, RIDUZIONE DI OSSIGENO, ALTERAZIONI NELLA PRODUZIONE DI CARBONIO ORGANICO HANNO IMPLICAZIONI IMPORTANTI SULLA VITA DEI MARI.

I cambiamenti climatici in corso hanno la potenzialità di alterare gli ecosistemi oceanici in tempi molto più rapidi dei cambiamenti che avvengono negli ecosistemi terrestri con effetti diversi nelle diverse aree del globo. Gli oceani giocano un ruolo fondamentale nello scambio di CO<sub>2</sub> con l'atmosfera e, fin dai tempi preindustriali, gli oceani hanno assorbito circa la metà delle emissioni di CO<sub>2</sub> di origine antropica. Allo stato attuale, i cambiamenti globali hanno provocato una diminuzione del pH medio delle acque superficiali dell'oceano di 0.1 unità rispetto alla situazione pre-industriale e si prevede una diminuzione di 0.4 unità entro l'anno 2100 nonostante la regolamentazione industriale sulle emissioni di gas (Caldeira & Wickett 2003).

I cambiamenti climatici globali influenzano tutti i livelli dell'organizzazione ecologica, oltre che nella struttura e funzionamento degli ecosistemi, e possono avere effetti completamente differenti se si considerano singole specie, oppure fasi diverse del ciclo vitale di un organismo piuttosto che popolamenti su scala di habitat o di ecosistema. Risulta quindi difficile fare previsioni accurate di cambiamenti ecologici futuri per livelli complessi di biodiversità. Bisogna inoltre sottolineare il fatto che l'enorme varietà di processi e risposte legati ai cambiamenti climatici interagisce con altri disturbi antropici e gli effetti sinergici che ne derivano sono poco prevedibili e difficili da gestire. Ci sono ormai evidenze che mari posti alla stessa latitudine possono mostrare risposte differenti ai cambiamenti climatici globali in quanto differiscono ampiamente sia per le caratteristiche abiotiche (profondità, salinità e correnti) e sia per quelle biotiche (biogeografia, biodiversità e rete trofica; Philippart et al. 2011). Gli effetti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi marini sono



FOTO: EYAL KAPLAN

visibili attraverso le variazioni della temperatura e della disponibilità delle risorse, mediante fenomeni di acidificazione e deossigenazione, con conseguenti eventi di ipossia e/o anossia. Queste alterazioni delle normali condizioni ambientali influenzano l'abbondanza, la diversità e la distribuzione spaziale delle specie, in particolare quelle endemiche, e possono favorire l'ingresso di specie invasive con possibili conseguenze sul funzionamento degli ecosistemi.

Nel corso degli ultimi 10-15 anni, le temperature dell'acqua di mare si sono alzate con una velocità mai registrata in precedenza e hanno provocato la rapida riduzione della copertura di ghiaccio nell'Artico, la riduzione del volume di ghiaccio in Antartide, lo scioglimento dei ghiacciai, l'aumento del livello del mare, l'aumento della frequenza di eventi estremi come tempeste, precipitazioni intense e uragani (Solomon et al. 2007; Ipcc 2007; Hoegh-Guldberg & Bruno 2010). Le variazioni di temperatura non riguardano solo le caratteristiche ambientali degli oceani (le correnti, la stratificazione della

colonna d'acqua e i cicli biogeochimici), ma anche la produzione primaria, i tassi metabolici, di crescita, fertilità e mortalità degli organismi (McGowan et al. 1998), le dinamiche delle popolazioni con conseguenze sulla distribuzione anche biogeografica delle specie. I cambiamenti si verificano nei singoli individui, nelle popolazioni (in termini sia di storia vitale sia di distribuzione geografica) e nelle comunità (composizione in specie e loro turnover nello spazio), oltre che nella struttura e funzionamento degli ecosistemi (McCarty 2001; Pörtner 2002; Beardall & Raven 2004). Tra gli effetti dell'aumento della temperatura degli oceani possiamo anche includere le variazioni dell'areale di distribuzione delle specie dovute sia a fattori diretti (stress termico) sia indiretti (cambiamento regime idrologico e correnti): tali variazioni comportano tipicamente uno spostamento di specie temperate verso latitudini più alte, con possibili estinzioni locali in quelle aree dove l'espansione verso latitudini maggiori è limitata dalla presenza di barriere fisiche (Hickling 2006; Pearson 2006). I cambiamenti che derivano dagli *shift* di

temperatura sono particolarmente rilevanti da un punto di vista ecologico, poiché la temperatura è un fattore in grado di influenzare la biodiversità su larga scala spaziale (Worm & Lotze 2009; Tittensor et al. 2010). Alcune specie di invertebrati bentonici sono molto più vulnerabili rispetto ad altre per la loro ridotta capacità di adattarsi ai cambiamenti che hanno luogo negli ambienti in cui vivono (Przeslawski et al. 2008). I cambiamenti ambientali influenzano processi ecologici importanti come la dispersione larvale, il successo della sopravvivenza delle nuove progenie, la struttura e composizione delle comunità, la diffusione e presenza di specie invasive che sono trasportate da attività antropiche in regioni biogeografiche nelle quali non erano presenti (Occhipinti-Ambrogi 2007; Przeslawski et al. 2008). Inoltre l'effetto combinato dell'aumento della temperatura con altri fattori di stress (come acidificazione, deossigenazione e distruzione degli habitat), può facilmente modificare la distribuzione delle specie e determinare una riorganizzazione delle comunità portando in alcuni casi a una riduzione della diversità (Thomas et al. 2004; Pound et al. 2006; Mora et al. 2011). La diminuzione del pH provoca il fenomeno dell'acidificazione degli oceani che ha effetti diretti sul metabolismo degli organismi e sulla loro capacità di usare l'energia per l'accrescimento e la riproduzione (Jager 2012). In particolare, l'acidificazione degli oceani può interferire con la formazione di strutture calcaree sia in organismi planctonici microscopici (coccolitofori, foraminiferi e pteropodi) sia in un'ampia gamma di organismi bentonici (ad esempio molluschi, echinodermi, crostacei, briozoi, policheti serpulidi, spugne e coralli). Inoltre la diminuzione del pH può potenzialmente alterare anche le dinamiche biogeochimiche del carbonio organico e di altre sostanze nutritive negli ecosistemi marini. La maggiore dissoluzione di carbonato di calcio lungo la colonna d'acqua, può ridurre il contributo di  $\text{CaCO}_3$  al carbonio presente nei sedimenti di mare profondo (Passow 2004), causando una maggiore re-mineralizzazione di carbonio organico in acque poco profonde e una diminuzione dell'efficienza di assorbimento di  $\text{CO}_2$  negli ecosistemi marini.

Un'altra grave conseguenza dei cambiamenti climatici è la diminuzione del contenuto di  $\text{O}_2$  disciolto negli oceani (Keeling et al. 2010; Gruber 2011). Il riscaldamento globale può aumentare la stratificazione della colonna d'acqua e ridurre la solubilità dell' $\text{O}_2$ , determinandone una drastica riduzione (Sarmiento et al. 1998; Keeling & Garcia



2002), con importanti conseguenze sulla componente biotica (Coma et al. 2009). I cambiamenti globali hanno accentuato il fenomeno della deossigenazione e hanno contribuito all'estensione delle zone di minimo di ossigeno (*Oxygen Minimum Zone*, Omz) su scala globale, provocando severe conseguenze sui cicli biogeochimici del carbonio, azoto, e di molti altri elementi (P, Fe, Mn ecc.) (Helly & Levin 2004; Vaquer-Sunyer & Duarte 2008). La maggior parte degli organismi non hanno problemi con l' $\text{O}_2$ , purché le concentrazioni siano abbastanza elevate per garantire loro la sopravvivenza. Tuttavia, una volta che l' $\text{O}_2$  scende sotto una certa soglia, l'organismo soffre di una varietà di stress, che possono portare addirittura alla morte dell'individuo, se le concentrazioni rimangono basse per tempi troppo lunghi (condizioni di ipossia). Le soglie di tolleranza alle condizioni di ipossia variano notevolmente tra i taxa marini, in generale pesci e crostacei tendono a essere più sensibili rispetto ad altri gruppi (Vaquer-Sunyer & Duarte 2008). I cambiamenti climatici globali possono anche alterare la produzione di carbonio organico sulla superficie degli oceani, e questo cambiamento influenza con un effetto a cascata i diversi livelli della rete trofica sia pelagica sia bentonica. L'aumentata stratificazione della colonna d'acqua, dovuta al riscaldamento superficiale in alcune regioni oceaniche, può ridurre considerevolmente il rimescolamento della colonna d'acqua con effetti importanti sulla distribuzione dei nutrienti, sulla produzione primaria superficiale e sull'export di produzione agli ambienti bentonici (Bopp et al. 2001; Danovaro et al. 2001). Nel caso di una riduzione della quantità di

cibo che raggiunge il fondo la risposta del benthos si manifesta con una significativa riduzione dell'abbondanza e della biomassa di tutte le componenti bentoniche (dai procarioti alla megafauna), spesso associati a una alterazione della biodiversità e si possono osservare cambiamenti nella struttura di comunità (Smith et al. 2008; Danovaro et al. 2004). Il cambiamento globale può avere importanti implicazioni anche sugli stock ittici, come conseguenza della diversa disponibilità delle loro potenziali fonti di cibo (ad esempio riduzione dell'abbondanza dello zooplankton per i giovanili di pesci; Hays et al. 2006).

## Strategie di adattamento

La Convenzione quadro delle Nazioni unite sul cambiamento climatico (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, Unfccc), entrata in vigore il 21 marzo del 1994, ha come obiettivo "la stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche dei gas serra ad un livello tale da prevenire pericolose interferenze delle attività umane con il sistema climatico". Questo livello di stabilizzazione deve essere raggiunto in un periodo di tempo tale da permettere agli ecosistemi di adattarsi in modo naturale ai cambiamenti climatici e attraverso l'adozione di misure che riducano gli impatti negativi di tali cambiamenti sia sugli ecosistemi sia sui sistemi sociali. In questo contesto, dunque, le misure di adattamento sono definite come le risposte antropiche al cambiamento climatico atte a limitarne gli effetti negativi su infrastrutture e sistemi naturali (Julius & West 2007). Una prima azione necessaria è il

miglioramento dello stato e della resilienza dei sistemi marini, data la loro profonda influenza sugli aspetti sociali ed economici delle nostre società. Tuttavia non è pensabile intervenire senza un'opportuna pianificazione spaziale marina per la gestione sostenibile dei beni e dei servizi ecosistemici.

Per poter affrontare il tema della vulnerabilità degli ecosistemi marini ai cambiamenti globali è importante:

- identificare specie chiave nei diversi sistemi e le fasi del ciclo vitale ritenute più suscettibili alle condizioni che stanno cambiando

- includere, nell'analisi della vulnerabilità, le interazioni fra le diverse specie e le diverse componenti del sistema studiato. Questo approccio integrato, che vede studi descrittivi condotti su ampia scala spaziale affiancati a studi sperimentali e modelli che incorporano budget energetici, può senz'altro contribuire all'identificazione delle condizioni abiotiche che sono in grado di influenzare in modo rilevante processi ecologici chiave.

Nel contesto degli ecosistemi marini, le strategie di adattamento possono essere individuate anche attraverso la creazione di nuove aree marine protette (Amp) o l'implementazione di aree già esistenti, in corrispondenza di zone prestabilite caratterizzate da un alto tasso di biodiversità. Lo scopo di un'area marina protetta è quella di garantire che le variabili chiave, che stanno alla base della funzionalità ecosistemica, si mantengano all'interno di parametri sostenibili.

L'efficacia di questa misura dipende dall'individuazione preventiva dei criteri in grado di attribuire una priorità alla valenza ecologica dell'area da proteggere, senza perdere di vista l'importanza degli aspetti socio-economici. Successivamente è necessaria l'inclusione delle aree marine protette in network di ampia scala in modo da favorire l'interazione e la connettività tra i diversi ecosistemi marini (Roberts et al. 2003).

Occorre considerare che, oltre all'alterazione dei parametri climatici, gli ecosistemi marini sono sottoposti a pressioni dirette di origine antropica, per cui l'adattamento ai cambiamenti in atto richiede azioni volte a diminuire, ad esempio il sovra-sfruttamento degli stock ittici e i fenomeni di alterazione e/o contaminazione (Madwdsley et al., 2009). Certamente, il processo di adattamento risulta complesso in quanto coinvolge fattori non necessariamente di natura ecologica, ma anche politico-economica. Lo dimostra l'analisi dei costi di un possibile "non adattamento" che spesso

superano quelli legati alle attività di riduzione del rischio (Ipcc, 2007).

Alla base del processo di individuazione delle corrette strategie adattative risiede una profonda conoscenza degli ecosistemi e delle loro specificità. Ottenere un'adeguata base conoscitiva è possibile attraverso le attività di monitoraggio a lungo termine sia su scala locale che globale. La raccolta e integrazione di tutte le informazioni sulle condizioni ambientali presenti e passate di una determinata area, permette di identificarne i livelli di rischio, di suscettibilità e la soglia di adattamento delle singole specie presenti al suo interno. Infine, occorre mettere in relazione le informazioni ricavate dalle attività di monitoraggio con le attività antropiche e con i cambiamenti climatici in atto nelle aree di studio.

Tra i vari strumenti che permettono una valutazione integrata degli ecosistemi vi sono sicuramente i Sistemi informativi geografici (*Geographic Information System, Gis*). Da alcuni anni lo strumento Gis viene applicato per la pianificazione spaziale marina e per la gestione su base ecosistemica, nonché nell'ambito delle strategie adattative ai cambiamenti climatici. A titolo esemplificativo, con questo strumento è possibile sia simulare i potenziali impatti dovuti all'aumento del livello del mare sulle coste e nelle zone umide, sia correlare e visualizzare le diverse tipologie di impatto (*shift* di temperatura o acidificazione degli oceani). È inoltre possibile individuare

gli indicatori sullo stato di conservazione di un ecosistema, collegando a cascata diversi modelli di analisi (dove i risultati di un modello rappresentano gli input per il modello successivo).

Oggi questo strumento riveste un ruolo essenziale, perché le tecniche sviluppate a supporto della pianificazione spaziale marina partono proprio dall'analisi della distribuzione spaziale degli habitat marini, delle risorse e delle pressioni umane, note o previste/ipotizzate, al fine di consentire l'identificazione delle soluzioni gestionali più adeguate (Tunisi, 2012). Il Gis può senza dubbio contribuire all'applicazione di approcci gestionali basati sulla valutazione integrata degli ecosistemi marini, realizzata in modo da disporre di elementi conoscitivi utili ai *decision maker* nella scelta di differenti alternative gestionali (Dovere, 2008; Agardy et al, 2011). È dunque auspicabile che questo strumento venga sempre più utilizzato per promuovere politiche di gestione sostenibile del territorio e di adattamento ai cambiamenti globali.

**Roberto Danovaro, Cristina Gambi, Beatrice Gatto, Eleonora Gioia, Lorenzo Sangelantoni, Fausto Marincioni**

Dipartimento Scienze vita e ambiente, Università Politecnica delle Marche, Ancona



FOTO: ZANINHA

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Agardy T, Davis J, Sherwood K, Vestergaard O., 2011, *Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management- An Introductory Guide*, UNEP Regional Seas Reports and Studies, 189: 68 pp.
- Beardall J, Raven JA, 2004, "The potential effects of global climate change on microalgal photosynthesis, growth and ecology", *Phycologia*, 43(1), 26-40.
- Bopp L, Monfray P, Aumont O, Dufresne J-L, Le Treut H, Madec G, Terray L & Orr JC, 2001, "Potential impact of climate change on marine export production", *Global Biogeochemical Cycles*, 15, 81-99.
- Caldeira K & Wickett ME, 2003, "Anthropogenic carbon and ocean pH", *Nature*, 425, 365.
- Coma R, Ribes M, Serrano E, Jiménez E, Salat J, Pascual J, 2009, "Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 106, 6176-6181.
- Danovaro R, Dell'Anno A, Fabiano M, Pusceddu A & Tselepidis A, 2001, "Deep-sea ecosystem response to climate changes: the eastern Mediterranean case study", *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 505-510.
- Danovaro R, Dell'Anno A, Pusceddu A, 2004, "Biodiversity response to climate change in a warm deep sea", *Ecology Letters*, 7(9), 821-828.
- Douve F., 2008, "The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management", *Mar. Policy*, 32: 182-191.
- Gruber N, 2011, "Warming up, turning sour, losing breath: ocean biogeochemistry under global change", *Philosophical Transactions of The Royal Society A*, 369, 1980-1996.
- Hays GC, Richardson AJ & Robinson C, 2006, "Climate change and marine plankton", *Trends in Ecology and Evolution*, 20(6), 337-344.
- Helly JJ, Levin LA, 2004, "Global distribution of naturally occurring marine hypoxia on continental margins", *Deep-Sea Research, Part I* 51,1159-1168.
- Hickling R, Roy DB, Hill JK, Fox R & Thomas CD, 2006, "The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards", *Global Change Biology*, 12, 450-455.
- Hoegh-Guldberg O & Bruno JF, 2010, "The impact of climate change on the world's marine ecosystems", *Science*, 328, 1523-528.
- IPCC, 2007, *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jager T, 2012, "Bad habits die hard; the NOEC's persistence reflects poorly on ecotoxicology", *Environmental Toxicology and Chemistry*, 31, 228-229.
- Julius, S. H., & J. M. West. 2007. "Preliminary review of adaptation options for climate-sensitive ecosystems and resources", synthesis and assessment product 4.4. U.S. Climate Change Science Program, Washington, D.C. Available from <http://www.climatechange.gov/Library/sap/sap4-4/default.php> (accessed November 2013).
- Keeling RF & Garcia H, 2002, "The change in oceanic O<sub>2</sub> inventory associated with recent global warming", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 7848-53.
- Keeling RF, Körtzinger A & Gruber N, 2010, "Ocean Deoxygenation in a Warming World", *Annual Review of Marine Science*, 2, 199-229.
- Madwdsley J.R., O'Malley R., & Ojima D. S., 2009, *Conservation Biology*, Volume 23, No. 5, 1080-1089 C \_2009, Society for Conservation Biology.
- McCarty JP, 2001, "Ecological consequences of recent climate change", *Conservation Biology*, 15, 320-331.
- McGowan JA, Cayan DR & LeRoy MD, 1998, "Climate-ocean variability and ecosystem response in the Northeast Pacific", *Science*, 281, 210-217.
- Mora C., Aburto-Oropeza, O., Ayala-Bocos, A., Ayotte, P.M., Banks, S., Bauman, A.G., Beger, M., Bessudo, S., Booth, D.J., Brokovich, E., Brooks, A., Chabanet, P., Cinner, J.E., Cortés, J., Cruz-Motta, J.J., Cupul-Magaña, A., DeMartini, E.E., Edgar, G.J., Feary, D.A., Ferse, S.C.A., Friedlander, A.M., Gaston, K.J., Gough, C., Graham, N.A.J., Green, A., Guzman, H., Hardt, M., Kulbicki, M., Letourneur, Y., Lpez-Pérez, A., Loreau, M., Loya, Y., Martinez, C., Mascareñas-Osorio, I., Morove, T., Nadon, M.-O., Nakamura, Y., Paredes, G., Polunin, N.V.C., Pratchett, M.S., Reyes Bonilla, H., Rivera, F., Sala, E., Sandin, S.A., Soler, G., Stuart-Smith, R., Tessier, E., Tittensor, D.P., Tupper, M., Usseglio, P., Vigliola, L., Wantiez, L., Williams, I., Wilson, S.K., Zapata, F.A. 2011, "Global human footprint on the linkage between biodiversity and ecosystem functioning in reef fishes", *PLoS Biology*, 9(4) e1000606.
- Occhipinti-Ambrogi A, 2007, "Global change and marine communities: Alien species and climate change", *Marine Pollution Bulletin*, 55, 342-352.
- Passow U, 2004, "Switching perspectives: Do mineral fluxes determine particulate organic carbon fluxes or vice versa?", *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 5,Q04002.
- Pearson RG, 2006, "Climate change and the migration capacity of species", *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 111-113.
- Philippart CJM, Anadón R, Danovaro R, Dippner JW, Drinkwater KF, Hawkins SJ, Oguz T, O'Sullivan G & Reid PC, 2011, "Impacts of climate change on European marine ecosystems: Observations, expectations and indicators", *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400, 52-69.
- Pörtner H-O, 2010, "Oxygen and capacity limitation of thermal tolerance: a matrix for integrating climate-related stressor effects in marine ecosystems", *Journal of Experimental Biology*, 213, 881-893.
- Pound JA, Bustamante MR, Coloma LA, Consuegra JA, Fogden MPL, Foster PN, La Marca E, Masters KL, Merino-Viteri A, Puschedorf R, Ron SR, Sanchez-Azofeifa GA, Still CJ & Young BE, 2006, "Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming", *Nature*, 439, 161-167.
- Przeslawski R, Ah Yong S, Byrne M, Worheide G & Hutchings P, 2008, "Beyond corals and fish: the effects of climate change on noncoral benthic invertebrates of tropical reefs", *Global Change Biology*, 14, 2773-2795.
- Roberts C. M., Andelman S., Branch G., Rodrigo H. Bustamante R.H., Castilla, J.C., Dugan J., Benjamin S., Halpern B.H., Lafferty K.D., Leslie H., Lubchenco J., Mcardle D., Possingham H.P., Ruckelshaus M., & Warner R.R., 2003, "Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves", *Ecological Applications*, 13(1) Supplement, 2003, pp. S199-S214 q 2003 by the Ecological Society of America.
- Sarmiento JL, Hughes TMC, Stouffer RJ & Manabe S, 1998, "Simulated response of the ocean carbon cycle to anthropogenic climate warming", *Nature*, 393, 245-49.
- Smith CR, De Leo FC, Bernardino AF, Sweetman AK & Martinez Arbizu P, 2008, "Abysal food limitation, ecosystem structure and climate change", *Trends in Ecology and Evolution*, 23,518-528.
- Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL, 2007, *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge. United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Thomas CD, Cameron A, Green RE, Bakkenes M, Beaumont LJ, Collingham YC, Erasmus BFN, Ferreira de Siqueira M, Grainger A, Hannah L, Hughes L, Huntley B, van Jaarsveld AS, Midgley GF, Miles L, Ortega-Huerta MA, Peterson AT, Phillips OL & Williams SE, 2004, "Extinction risk from climate change", *Nature*, 427, 145-148.
- Tittensor DP, Mora C, Jetz W, Lotze HK, Ricard D, Vanden BE & Worm B, 2010, "Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa", *Nature*, 466, 1098-1101.
- Tunesi L, 2012, "The role of mapping for the integrated assessment of marine ecosystems", *Biol. Mar. Mediterr.*, 19 (1): 66-78.
- Vaquer-Sunyer R & Duarte CM, 2008, "Thresholds of hypoxia for marine biodiversity", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 105,15452-57.
- Worm B & Lotze HK, 2009, *Climate and Global Change: Observed Impacts on Planet Earth* (ed. Letcher, T.) 263-279 (Elsevier).

# CLIMA E SERVIZI ECOSISTEMICI NELLE ZONE COSTIERE

LE ZONE COSTIERE SONO QUELLE MAGGIORMENTE ABITATE SULLA TERRA IN QUANTO FORTI PRODUTTRICI DI BENI E SERVIZI ECOSISTEMICI. SONO ZONE MOLTO SENSIBILI ALLE VARIAZIONI CLIMATICHE, CON INFLUENZE DAL MARE E DALLA TERRA, E DI QUESTO SI DEVE TENERE CONTO NELLO SVILUPPO DI STRATEGIE DI ADATTAMENTO.

I sistemi socio economici si reggono sulle funzioni e sulla dinamica degli ecosistemi naturali, che forniscono *beni* (cibo, materie prime, prodotti farmaceutici) indispensabili al loro sviluppo e alla loro articolazione. Inoltre gli ecosistemi naturali forniscono anche *servizi* assolutamente indispensabili agli esseri umani e ai loro sistemi socio-economici. La tipologia di servizi ecosistemici d'immediata rilevanza per i sistemi socio-economici è molto ampia.

In generale, i servizi ecosistemici vengono suddivisi in quattro grandi categorie:

- servizi di *fornitura* (ad esempio: energia, acqua, cibo)
- servizi di *supporto* (ad esempio: produzione primaria e cicli biogeochimici)
- servizi di *regolazione* (ad esempio: regolazione del clima)
- servizi *culturali* (ad esempio: attività ricreative e di tempo libero).

Buona parte di questi "servizi" sono forniti gratuitamente e, in loro assenza, o in corrispondenza di una loro significativa alterazione, la loro sostituzione avrebbe (teoricamente) un costo.

## Zona costiera e cambiamento climatico

La *zona costiera* può essere definita come la regione geomorfologica, a cavallo della linea di riva, nella quale le interazioni fra gli elementi terrestri e marini avvengono internamente a sistemi ecologici complessi, formati da elementi biotici e abiotici, e in continua coesistenza e interazione con la comunità umana e le sue attività socio economiche. Una definizione di questo tipo, includendo elementi propriamente ecologici ed elementi propriamente socio-economici, trascende la visione strettamente ecologica. La *zona costiera* è qui intesa come un sistema di strette interazioni fra dinamiche

naturali e antropiche. Una definizione di questo tipo potrebbe ovviamente essere applicata a qualunque "zona" caratterizzata da interazioni fra componenti naturali e antropiche, ma le zone costiere costituiscono sicuramente una "zona" dove la componente naturale è molto produttiva e di conseguenza fortemente produttrice di beni e fornitrice di servizi ecosistemici. Non a caso le zone costiere sono le zone maggiormente abitate del pianeta: all'incirca la metà della popolazione del pianeta vive entro i 200 km di distanza dal mare.

La zona costiera, e i suoi servizi ecosistemici, si configura quindi come il punto di incontro e di forte interconnessione non solo della *terra* con il *mare*, ma anche di dinamiche naturali e dinamiche antropiche, su cui i cambiamenti climatici agiscono sinergicamente e simultaneamente attraverso influenze esterne sia marine che terrestri.

La *figura 1* sintetizza in maniera efficace quanto sopra riportato a proposito della definizione di *zona costiera*, vale a dire un sistema costituito da componenti naturali e socio-economiche soggette a influenze sia marine che terrestri, attraverso le quali i cambiamenti climatici esercitano la loro azione.

I principali servizi ecosistemici delle zone costiere sensibili alle variazioni climatiche possono essere raggruppati nelle quattro categorie sopra citate. A titolo esemplificativo vengono qui trattate le principali due categorie di fornitura di servizi che sono estremamente importanti nelle zone costiere: i servizi di supporto e i servizi di fornitura.

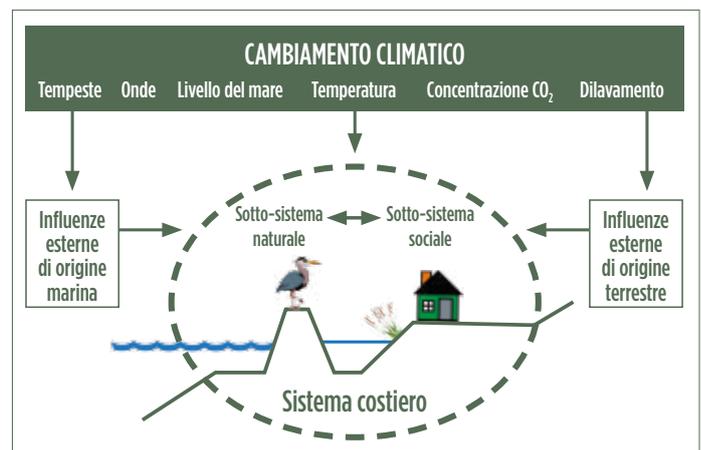
Per quanto riguarda i servizi di supporto, i processi potenzialmente vulnerabili ai cambiamenti climatici sono:

- *il ciclo dei nutrienti*: il mantenimento, la conservazione e il rinnovo degli *stock* di sali nutritivi dell'oceano sono un servizio fondamentale fornito dall'ecosistema marino. In particolare nella zona costiera un accumulo di nutrienti può determinare processi di eutrofizzazione e anossia. Eutrofizzazione e sviluppo di aree marine anossiche sono due processi strettamente legati fra loro e dipendenti anche dal secondo servizio ecosistemico di supporto che è qui considerato
- *produzione primaria*: le aree marine costiere, sebbene coprano in estensione solo il 7% dell'oceano globale, costituiscono un ecosistema molto produttivo (14-30% della produzione primaria dell'oceano globale). Tali processi presentano una elevata variabilità stagionale, risentono pesantemente di repentine variazioni meteo-climatologiche e sono estremamente

FIG. 1  
SISTEMI COSTIERI E  
VARIAZIONI CLIMATICHE

Azione dei cambiamenti climatici sui sistemi costieri, attraverso influenze esterne di origine marina e terrestre.

Fonte: Nicholls R.J., Klein R.J.T., Tol S.J., 2007, "Integrating Knowledge for Assessing Coastal Vulnerability to Climate Change", in Mc Fadden L., R.J. Nicholls e E. Penning-Rowell (eds.), *Managing Coastal Vulnerability*, Elsevier, The Netherlands, pp. 224-241.



CLIMATE CHANGE E ADATTAMENTO

sensibili alle pressioni antropiche. Enfatizzare eccessivamente l'importanza di questo servizio ecosistemico è francamente difficile sia a livello locale (costiero) che globale. Per quanto ovvio, va ribadito che praticamente ogni forma di vita sulla Terra dipende, direttamente o indirettamente, dalla produzione primaria. Di conseguenza ogni alterazione (qualitativa e/o quantitativa) del processo di produzione primaria nell'area marina costiera comporta inesorabilmente variazioni significative anche in altri servizi.

Dal punto di vista dei servizi di fornitura, è ovvio quanto la fornitura di cibo sia uno dei servizi maggiormente importanti forniti dai sistemi marini, e fortemente dipendente dal servizio di supporto "produzione primaria".

In aggiunta a variazioni indotte sulla pesca da variazioni nelle caratteristiche della produzione primaria, sono possibili variazioni nella distribuzione di popolazioni ittiche dovute a (relativamente piccole) variazioni di temperatura o di ossigeno, insieme a possibili variazioni nei pattern di distribuzione e migrazione dovute a variazioni nel sistema di circolazione generale dell'oceano.

A variazioni climatiche sostanzialmente determinate da processi fisici legati alle variazioni di temperatura, si affiancheranno inevitabilmente variazioni legate al processo di acidificazione, dovuto alle aumentate concentrazioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) disciolta nell'oceano. Le principali conseguenze di un mare costiero maggiormente "acido" riguarderanno principalmente e ovviamente tutti quegli organismi marini caratterizzati da strutture di supporto a

difesa costituite da elementi calcarei. Di conseguenza tutte le attività basate sulla raccolta di organismi calcarei (molluschi) sono particolarmente a rischio di impatto economico (e di conseguenza sociale).

## Servizi ecosistemici e strategie di adattamento nella zona costiera

Qui di seguito si forniscono alcuni elementi che si ritengono importanti per lo sviluppo di strategie di adattamento ai cambiamenti climatici, che considerino le funzioni svolte dai servizi ecosistemici nei confronti dei sistemi socio economici.

### *Servizi di supporto*

I servizi di supporto delle zone costiere sono il tipo di servizio maggiormente legato alle caratteristiche strutturali dell'ecosistema che eroga il servizio. Variazioni nelle caratteristiche dei servizi di supporto provocano ricadute su altri servizi. L'adattamento a variazioni nei servizi di supporto, devono quindi essere tesi a modulare l'impatto antropico sulla base delle climaticamente modificate caratteristiche degli ecosistemi naturali.

### *Servizi di fornitura*

Le possibili strategie di adattamento dei sistemi socio-economici basati sulle attività di pesca e acquacoltura sono le seguenti:

- cambiamento di specie bersaglio: effettivo cambiamento della specie da sfruttare. Le attività di pesca dovrebbero essere rivolte verso stock ittici sino a ora scarsamente sfruttati
- protezione di specie chiave: azioni locali tese a proteggere specie ittiche

cruciali per l'ecosistema, anche se non necessariamente sfruttabili commercialmente. La protezione di specie ecologicamente importanti può contribuire ad aumentare la resistenza dell'ecosistema costiero al cambiamento

- monitoraggio e indicatori: devono essere assicurate e potenziate tutte le possibili attività conoscitive dello stato dell'ambiente costiero. La conoscenza dello stato è basilare per impedire un ulteriore deterioramento dell'ecosistema marino costiero, per migliorare i servizi ecosistemici, al fine di ottenerne un utilizzo sostenibile (fondato sulla protezione a lungo termine)
- 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 renderle attività più sostenibili dal punto di vista ambientale più remunerative nel lungo periodo, riconoscendo l'incertezza del futuro e 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.

### **Marco Zavatarelli**

Università di Bologna  
Dipartimento di Fisica e astronomia, Bologna  
Centro interdipartimentale di ricerca sulle Scienze ambientali, Ravenna



# GLI IMPATTI SU ZONE COSTIERE ED ECOSISTEMA MARINO

L'AREA DELL'ALTO ADRIATICO VA INCONTRO A AUMENTO DELLE TEMPERATURE E INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE. RISCHI DI INONDAZIONE, INFILTRAZIONE DI ACQUA SALATA, INTRUSIONE DEL CUNEO SALINO: LE IMPLICAZIONI ECONOMICHE E AMBIENTALI SONO IMPORTANTI E SONO RAFFORZATE DALLA RIGIDITÀ INFRASTRUTTURALE DELLA COSTA.

**N**egli ultimi quattro miliardi di anni di vita della terra i fenomeni meteorologici hanno presentato svariati cambiamenti che hanno oscillato da un estremo all'altro, trovando nuovi equilibri, sotto l'influenza di una serie importante di elementi che compongono l'ecosistema terra (gli oceani, le terre emerse, la fauna e la flora, e tutte le componenti essenziali quali il sole, l'atmosfera ecc.).

Ma negli ultimi anni le problematiche legate ai cambiamenti climatici, risultano essere particolarmente emergenti e prioritari nelle valutazioni tecniche e strategiche che ogni paese deve prendere in considerazione. L'elemento che "destabilizza" maggiormente è l'uomo, che ha emesso in atmosfera una quantità esagerata di CO<sub>2</sub>, che ha manomesso le componenti della terra (foreste, centri urbani ecc.), tutti cambiamenti ben evidenziati anche nell'ultimo rapporto (Ar5) dei 195 paesi membri dell'Ipcc (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Il rapporto, che fotografa lo stato dell'arte della conoscenza scientifica sui cambiamenti climatici, è una rassegna completa ed esauriente sui principi fisici alla base delle variazioni del clima, conferma i risultati presentati nel precedente rapporto (Ar4) dell'Ipcc e ne rafforza la validità con nuove evidenze scientifiche, prodotte da una più vasta serie di osservazioni e di modelli climatici di nuova generazione. Tra i contenuti del Rapporto si legge che è "estremamente probabile" (probabilità al 95-100%) che l'attività antropogenica (emissioni di gas serra, aerosol e cambi di uso del suolo) sia la causa dominante del riscaldamento osservato fin dalla metà del XX secolo. Un importante approfondimento viene anche redatto sulle conseguenze socio-



FOTO: ARCHITETTURA OCEANOGRAFICA DANHINE - ARPA ER

economiche dei cambiamenti climatici. Andando sullo specifico scenario delle zone costiere e dell'ecosistema marino, gli impatti si possono dividere prioritariamente in due categorie, fisiche e biologiche; ovviamente i due comparti sono estremamente correlati. L'area dell'alto Adriatico è caratterizzata, per effetto dei cambiamenti climatici, da un aumento delle temperature medie dell'aria e delle acque del mare, da una diminuzione delle precipitazioni, da una maggiore frequenza e intensità degli eventi estremi, e infine da un innalzamento del livello medio del mare. Tali criticità si scontrano con la marcata rigidità infrastrutturale della costa (spinta fruizione per usi turistici, urbanistici, commerciali, industriali, trasporti) e l'elevata densità di urbanizzazione. Le aree costiere dell'alto Adriatico hanno un comportamento un po' anomalo rispetto alle aree interne per quanto riguarda la temperatura dell'aria. Sono in genere caratterizzate da temperature più elevate, nei mesi freddi, rispetto alle zone interne. Questo è dovuto al fatto che, nei mesi invernali, la superficie dell'acqua del mare è leggermente più calda della terraferma. Inoltre le zone costiere sono meno interessate dalle nebbie che tendono ad abbassare le temperature medie. In primavera e in estate, invece, la costa adriatica registra

temperature più basse rispetto all'interno per l'effetto inverso, cioè la temperatura della superficie dell'acqua del mare risulta inferiore a quella della terraferma. In tutte le quattro stagioni, i valori minimi più alti sono registrati sulla fascia costiera. Gli impatti fisici del cambiamento climatico nell'alto Adriatico si riferiscono principalmente a variazioni: della temperatura dell'aria e dell'acqua del mare (soprattutto sbalzi bruschi e repentini), delle precipitazioni, fino a un aumento nella frequenza degli eventi estremi (intense precipitazioni, forti mareggiate) e infine a un lento ma progressivo innalzamento del livello del mare. Tale tendenza si spiega prevalentemente alla luce dell'innalzamento del livello relativo delle acque nel corso del secolo scorso, cui hanno contribuito sia l'innalzamento del livello medio del mare Adriatico (eustatismo), in gran parte causato dal surriscaldamento del pianeta, sia l'abbassamento del suolo (subsidenza). Sulla base delle più recenti previsioni dell'Ipcc, a causa dei cambiamenti climatici, il fenomeno di eustatismo dovrebbe nei prossimi decenni accentuarsi. Questo sta determinando un incremento degli eventi estremi di inondazione. Tali variazioni generano di conseguenza impatti economici: le variazioni delle temperature dell'aria nei settori dell'economia turistica e dell'acqua di

1 Effetti di una mareggiata.

2 Spiaggiamento di alacce (*Sardinella aurita*) lungo la costa emiliano-romagnola nel febbraio 2010.

mare sull'attività ittica, impatti a seguito dell'innalzamento del livello medio del mare e degli eventi estremi di marea sulle strutture architettoniche ed edilizie urbane presenti sul litorale. Inoltre, è importante anche valutare i costi che si sono sostenuti e che si rendono ancora necessari per l'adozione di misure di protezione per esondazioni per la salvaguardia del territorio (es. barriere, strutture architettoniche di difesa del litorale da erosione).

Ai rischi di inondazione bisogna aggiungere altri rischi secondari, come le infiltrazioni di acqua salata nelle falde acquifere costiere, l'intrusione del cuneo salino negli estuari, la perdita di zone umide e la perdita o modifica della biodiversità marino-costiera. Tutti questi impatti avranno forti implicazioni su tutte le attività produttive condotte nelle zone costiere, ma anche sulle attività ricreative, turistiche e sul patrimonio storico, artistico, e su tutte le pratiche agricole effettuate nell'immediato entroterra che fruiscono dell'irriguo attinto da fonti che per intrusione presentano acqua salmastra.

I cambiamenti nelle condizioni climatiche hanno un effetto significativo sulle lagune per via della bassa profondità e del ridotto volume delle acque. Gli incrementi di temperatura delle acque possono influenzare il metabolismo degli organismi, la loro distribuzione, l'interazione tra le diverse specie, modificare la struttura della rete alimentare, i cicli biogeochimici e i processi ecologici, in particolar modo la produzione primaria. L'incremento del livello del mare aumenta la profondità della laguna, alterando la circolazione dell'acqua e i livelli di salinità, il trasporto dei solidi e l'equilibrio del processo erosione/sedimentazione. Tutte queste modificazioni possono influire negativamente sulla produzione ittica. Un esempio è la produzione della vongola filippina (*Tapes philippinarum*) nella Sacca di Goro. Tale area ha una produzione annua di circa 15.000 tonnellate, su un'area di produzione di circa 12,6 km<sup>2</sup>. Alcuni studi hanno dimostrato che la risposta biologica della vongola può essere influenzata non soltanto dagli inquinanti chimici, ma anche da altri fattori di stress, tra i quali la salinità, l'ipossia, la disponibilità di nutrienti e la temperatura. Inoltre, i cambiamenti nelle condizioni climatiche hanno un effetto significativo sulla presenza di macroalghe, in particolare quelle appartenenti al genere *Ulva*, che oltre a inficiare lo stato qualitativo dell'ecosistema, riduce ulteriormente la produzione della vongola



FOTO: ARCH. STRUTTURA OCEANOGRAFICA, DAPHNE - ARPA ER

2

filippina. Sempre in relazione alla variabilità delle precipitazioni, si associa lo sviluppo di condizioni eutrofiche del mare Adriatico. A esso affluiscono tutti i fiumi della pianura padana che a seguito di precipitazioni che dilavano i territori, apportano a mare sostanze nutritive (forme di azoto e fosforo) che innescano i *blooms* algali. Le variabilità interannuali dello stato qualitativo ambientale del mare centro-settentrionale Adriatico è legato a eventi significativi di tale natura. Il *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) sottolinea che il cambiamento climatico rientra tra i cinque principali *driver* che si ritiene abbiano un'influenza significativa sulla perdita della biodiversità e sui servizi forniti dagli ecosistemi. Se si osserva quanto avviene nel mare prospiciente la nostra regione si assiste a sorprendenti mutamenti nella distribuzione areale di molte specie animali. Aumenta la presenza di specie tropicali o subtropicale a seguito dell'aumento di temperatura dell'acqua; si stima che siano a oggi circa una trentina le specie segnalate. Inoltre, sempre legato all'aumento di temperatura e di conseguenza anche a una variazione delle condizioni trofiche e strutturali degli ambienti, si assiste a una migrazione di specie termofile (specie che gradiscono acqua calda), verso areali più settentrionali (noto come fenomeno di meridionalizzazione). Nel febbraio del 2002 e 2010 sono avvenuti fenomeni di tale natura e si sono verificate morie di

alacce (*Sardinella aurita*) a seguito di un repentino raffreddamento delle acque. L'areale dell'alaccia è compreso nella fascia meridionale del Mediterraneo. Il riscaldamento delle acque ha favorito la migrazione delle alacce lungo il bacino dell'Adriatico per raggiungere habitat con abbondanza di cibo (condizione dell'Adriatico settentrionale). L'abbassamento delle temperature è però stato fatale per tale specie.

Altri eventi significativi legati al repentino abbassamento delle temperature nel nostro tratto marino avvenuto nei mesi invernali del 2010 e 2011 sono stati gli spiaggiamenti di tartarughe (*Caretta caretta*) in sofferenza per ipotermia.

Tutto questo mostra come sia estremamente complesso il funzionamento del sistema climatico, in particolare per ciò che riguarda le interazioni tra cambiamento climatico e i suoi effetti locali sul clima e sul benessere sociale. Tali impatti devono essere "mappati", descritti nel dettaglio delle loro caratteristiche e stimati anche da un punto di vista economico, non solo con riferimento ai settori produttivi colpiti, ma anche in relazione agli ecosistemi naturali e alla biodiversità locale.

#### Carla Rita Ferrari

Responsabile Struttura oceanografica  
Daphne, Arpa Emilia-Romagna

# IL CAMBIAMENTO CLIMATICO E LA PIANIFICAZIONE IDRICA

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO È UN FENOMENO ATTUALMENTE IN ATTO, CHE AVRÀ UN SIGNIFICATIVO IMPATTO ANCHE SUL CICLO E SULLA GESTIONE DELL'ACQUA. L'INCERTEZZA DEI DATI, DELLE PROIEZIONI E DEGLI IMPATTI È ANCORA IL PUNTO PIÙ DELICATO PER LA PIANIFICAZIONE. LA STRATEGIA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA PER IL FUTURO.

I modelli previsionali e gli scenari evolutivi proposti relativi al tema delle risorse idriche sono numerosi e sempre più dettagliati, ciò nonostante l'incertezza sui dati e sulle proiezioni è ancora notevole, tanto da rendere complessa una loro valutazione oggettiva finalizzata alla pianificazione idrica. Perciò, l'adattamento ai cambiamenti climatici richiede un continuo confronto con i rischi e le incertezze che questo fenomeno comporta. Il percorso più opportuno mira a una riduzione della vulnerabilità della società civile di fronte a una maggiore variabilità degli eventi e a un incremento di quelli "estremi". Inoltre, vanno rafforzati la tutela e il recupero della naturale capacità degli ecosistemi chiave nella mitigazione degli effetti, e ridotto il gap esistente tra disponibilità e domanda d'acqua.

L'incertezza dei dati, delle proiezioni e degli impatti è ancora il punto più delicato per la pianificazione idrica; le assunzioni e le estrapolazioni utilizzate in passato appaiono oggi non sufficientemente affidabili e valide per la pianificazione futura. Inoltre, le informazioni relative alle piene dei fiumi, agli eventi siccitosi, alle forti variazioni di portata dei corsi d'acqua o alla ricarica delle falde non derivano, o non sono messe comunque in relazione ai modelli climatici previsionali oggi disponibili. Per quanto attiene la pianificazione in materia di risorse idriche, risulta indispensabile considerare le evidenze relative alla maggiore probabilità di eventi estremi legati alla siccità, all'aumentata frequenza di condizioni di stress idrico e minore certezza di disponibilità di risorsa.

## Carenza idrica e minacce alla biodiversità in Emilia-Romagna

Negli ultimi vent'anni l'Emilia-Romagna ha subito un mutamento piuttosto drastico del proprio clima rispetto al periodo di riferimento 1961-1990, con



FOTO: ARCH. REGIONE EMILIA-ROMAGNA

1  
aumenti significativi delle temperature medie (+1,1°C) ed estreme (in particolare durante la stagione estiva, +2°C) e cambiamenti nei regimi stagionali e nell'intensità delle precipitazioni. Questo mutamento ha un significativo impatto sul ciclo dell'acqua e sulla gestione delle risorse idriche.

Negli anni 2000 abbiamo assistito a un'estremizzazione del ciclo idrologico, con fenomeni molto intensi in autunno e inverno, e lunghi periodi asciutti in primavera ed estate caratterizzati da alte temperature. Scenari di cambiamento climatico per la zona mediterranea valutano probabile il proseguimento di tale comportamento climatico, e ciò comporterebbe un'importante riduzione dell'umidità del suolo negli strati più profondi, non più in grado di ricaricarsi pienamente per l'accorciarsi della stagione delle piogge, con impatti importanti sull'agricoltura e sulla vegetazione spontanea.

Sono ormai diversi anni che si registrano problemi legati alla siccità in tutto il territorio regionale, con una ciclicità, negli ultimi tempi, di circa 2-5 anni, con forti ripercussioni sulla disponibilità idrica dei corpi idrici regionali, soprattutto in relazione alle necessità delle grosse utenze irrigue. I maggiori disagi si ritrovano in Emilia, con areali irrigui prevalentemente correlati agli affluenti appenninici.

Le cause delle sofferenze legate alla siccità sono dovute principalmente a una tendenziale scarsità delle precipitazioni invernali e primaverili, ma anche a un costante aumento delle temperature, soprattutto le massime del periodo. A titolo di esempio, nel 2012, i dati Arpa hanno evidenziato un anno particolarmente caldo, con dati di temperatura minima e massima al di sopra della norma. Si è verificata un'estate eccezionalmente calda, con prolungata presenza di giorni con



FOTO: ARCH. REGIONE EMILIA-ROMAGNA

2

temperature superiori ai 30°C, così come per le piogge, con anomalie pluviometriche negative anche molto elevate. I valori di deficit idro-climatico analizzati nel periodo compreso tra maggio e agosto, hanno mostrato una forte anomalia, raggiungendo punte di 620 mm di pioggia in alcune zone della pianura e anche valori molto elevati in zone di collina dove non è possibile di norma irrigare. Questa situazione di forte deficit idrico, insieme alle minori precipitazioni, risultate praticamente assenti in alcune zone della pianura, ha contribuito all'aumento del consumo idrico da parte delle coltivazioni, con un anticipo dell'inizio delle irrigazioni per le principali colture e un incremento del volume irriguo utilizzato per ettaro. Oltre che l'agricoltura regionale, a essere colpito dalle ricorrenti siccità, è anche il settore dell'approvvigionamento idropotabile. In particolare, le province di Forlì-Cesena, Ravenna e Rimini, sono state colpite negli ultimi anni da ricorrenti crisi di approvvigionamento, in virtù della scarsa disponibilità di risorsa accumulata dal serbatoio artificiale di Ridracoli che alimenta la rete di distribuzione del sistema idrico integrato. Si ricorda a tale riguardo la forte riduzione del volume invasato che, nel novembre 2011, ha raggiunto un valore pari a circa 6 Mmc.

1 Invaso di Ridracoli, dicembre 2011.

2 Fiume Trebbia.

Lo stato di crisi idrica nel territorio romagnolo raggiunge livelli così preoccupanti che la Regione ha emanato appositi decreti del Presidente della Giunta regionale.

Rilevante è anche la ripercussione sugli ecosistemi acquatici: l'aumento delle temperature, la diminuzione delle precipitazioni e delle portate idriche e soprattutto il ricorrente protrarsi di periodi con scarsi o assenti afflussi, provoca forti stress principalmente sugli ambienti fluviali e sulle zone umide, in particolare per le nicchie ecologiche marginali, inducendo alterazione delle condizioni di vita, riduzione degli habitat e rischio di perdita di biodiversità.

## Le strategie regionali

Le situazioni di criticità affrontate negli ultimi anni hanno evidenziato che gli effetti dei possibili cambiamenti climatici vanno gestiti secondo una strategia che associ agli interventi infrastrutturali una più razionale gestione della domanda idrica, favorendo la tutela e il recupero della naturale capacità degli ecosistemi chiave nella mitigazione degli effetti, in un'ottica di conservazione e prevenzione a medio e lungo termine.

Nelle situazioni di emergenza, un concreto contributo per il loro governo può derivare dalla istituzione di specifiche Cabine di regia, come quelle che la Regione ha formalizzato per i fiumi Reno e Trebbia, che nel breve periodo possano assumere provvedimenti volti

al superamento della contingenza e nel medio periodo individuino azioni finalizzate alla migliore gestione delle situazioni di carenza di risorsa.

In generale, pertanto, l'approccio per un adattamento al fenomeno climatico può essere rappresentato, non solo dalle classiche misure infrastrutturali (invasi sostenibili, sistemi razionali di irrigazione ecc.), ma anche da misure di *governo della domanda*, come risparmio e conservazione, educazione, nuovi regolamenti, incentivi ecc.

Il solo incremento della disponibilità della risorsa idrica appare oggi strategicamente poco efficace e non esaustivo (soprattutto nel lungo periodo), in quanto incapace di fronteggiare le incertezze legate alla nuova variabilità del clima e dei suoi cambiamenti.

Al contrario, una forte riduzione della domanda e l'attivazione di fonti idriche non convenzionali appaiono scelte strategiche promettenti e dagli effetti stabili e duraturi.

Siccità ed eventi climatici estremi vanno dunque affrontati con una pianificazione di lungo periodo, così come espressa e sviluppata nei *Piani di gestione dei Distretti idrografici* e nei *Piani regionali di tutela delle acque*, con una strategia *no regrets*, con un equilibrio tra conservazione, risparmio e sviluppo infrastrutturale, e con la programmazione della gestione delle siccità.

**Emanuele Cimatti, Camilla Iuzzolino**

Regione Emilia-Romagna

# UN FORTE IMPATTO SUL TURISMO, COME PUÒ RISPONDERE L'ITALIA?

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO AVRÀ IMPATTI NOTEVOLI SUL SISTEMA TURISTICO GLOBALE. GLI SCENARI APPLICATI ALL'ITALIA PROSPETTANO UN QUADRO PREOCCUPANTE, CON RIDUZIONI FINO A UN QUINTO DEI TURISTI TOTALI E DUE QUINTI DI QUELLI INTERNAZIONALI RISPETTO A UNA SITUAZIONE DI CLIMA IMMUTATO.

**M**ancano già, le vacanze estive? Per chi ancora può permetterselo, il loro ricordo in queste giornate autunnali dovrebbe essere ancora fresco. Proviamo a fare questo esperimento: pensiamo alla tipica giornata di vacanza. Com'era il tempo? Più o meno piacevole che nel luogo di residenza abituale? Per la maggior parte di noi, le risposte dovrebbero essere "caldo, ma bello" e "più piacevole". Quando scegliamo la destinazione per le nostre vacanze, il clima (cioè le condizioni meteo medie tipiche di quella località) è molto importante nella scelta della destinazione. Molti studi mettono in relazione la presenza di turisti in una data destinazione con le caratteristiche climatiche della stessa. Questo sia perché molte attività che ci piace fare in vacanza richiedono condizioni climatiche adeguate, sia perché, semplicemente, un clima lontano dalle condizioni ottimali ci fa stare fisicamente male ed è in grado di rovinare una vacanza. Quando scegliamo la meta delle nostre vacanze, più o meno consciamente teniamo conto di varie caratteristiche, che concorrono a identificare l'immagine che ci siamo fatti

di essa. Tra queste caratteristiche troviamo il paesaggio, le risorse naturali, la qualità dell'accoglienza turistica, il patrimonio culturale e naturalmente, il clima. Cosa succederà se il clima cambierà significativamente, possibilità molto concreta se non prendiamo urgenti provvedimenti, come il recentissimo Quinto rapporto dell'Ipcc ha certificato? La risposta dipende da molti fattori, primo fra tutti l'intensità del cambiamento climatico, ma anche dai differenti impatti sulle varie componenti del clima (temperatura, piovosità, vento, frequenza di eventi estremi) non solo nella destinazione in esame, ma anche, visto che il mercato turistico è globale, in tutte le altre destinazioni alternative, comprese quelle presenti nel paese di origine di ogni turista. Inoltre il cambiamento climatico avrà purtroppo impatti di rilevanza economica e ambientale, che avranno a loro volta impatti indiretti su ogni attività degli esseri umani, che siano in vacanza o no, ma con diversa intensità in luoghi diversi, in taluni casi rafforzando gli effetti negativi del cambiamento climatico sull'attività turistica. Temperature

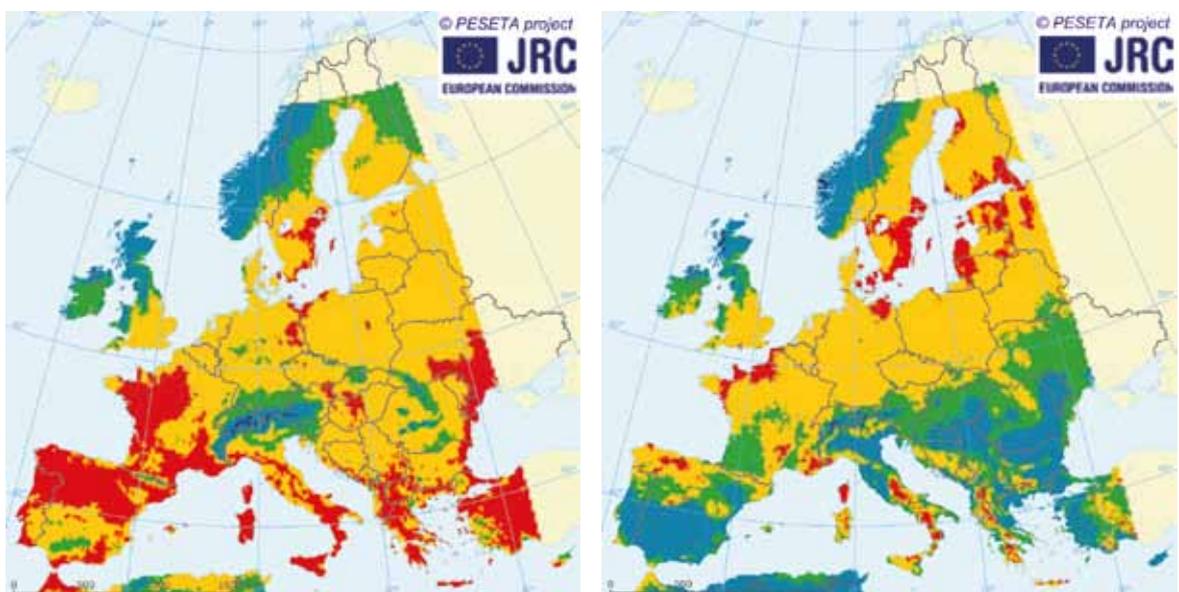
eccessive, innalzamento del livello dei mari, erosione costiera e riduzione delle risorse idriche potrebbero congiurare per rendere, per gli adulti di domani, località ora paradisiache dei deserti caldissimi, inospitali e senza quelle bellissime spiagge dei loro ricordi di bambini. Per immaginare gli impatti futuri diretti del cambiamento climatico sulle attività turistiche ci sono fondamentalmente due approcci. Il primo condensa le caratteristiche climatiche di una data località che hanno influenza sul benessere psico-fisico di chi le frequenta in un "indice di comfort climatico" (*Tourist Comfort Index*, Tci) e lo proietta nel futuro sulla base delle proiezioni climatiche disponibili per quella località. Il secondo approccio guarda invece alle relazioni misurabili statisticamente, tra clima, arrivi e partenze dei turisti internazionali e scelte dei turisti domestici, e ne deriva un modello (nello specifico lo *Hamburg Tourism Model*, o Htm) dei futuri flussi turistici in grado di descrivere la loro probabile reazione a mutate condizioni climatiche. Nessuno dei due approcci è perfetto. Il primo è in grado di tener conto di vari

FIG. 1  
INDICE DI COMFORT

Effetti del cambiamento climatico sull'indice di comfort climatico (*Tourist Comfort Index*) in Europa, confronto tra i periodi 1961-1990 (a sinistra) e 2071-2100 (a destra).

Fonte: European Environment Agency, 2008, *Climate change, impacts and vulnerability in Europe*, cap. 7, <http://bit.ly/EEA2008>.

- Sfavorevole (TCI: 0-40)
- Accettabile (TCI: 40-60)
- Buono (TCI: 60-70)
- Molto buono (TCI: 70-80)
- Ottimo (TCI: 80-100)



aspetti del clima oltre alla temperatura, come precipitazioni e ventosità, ed è calibrabile sui differenti tipi di vacanza. Il Tci per le vacanze al mare sarà diverso da quello per le vacanze in montagna, le cui attività tipiche richiedono temperature ottimali meno elevate e tollerano meglio una certa variabilità metereologica. D'altro canto, questo indice non si basa direttamente sul comportamento dei turisti, ma ipotizza, sulla base di regolarità osservate, che a certi livelli del Tci corrispondano condizioni più o meno favorevoli all'attività turistica, e va calcolato caso per caso per ogni località presa in considerazione.

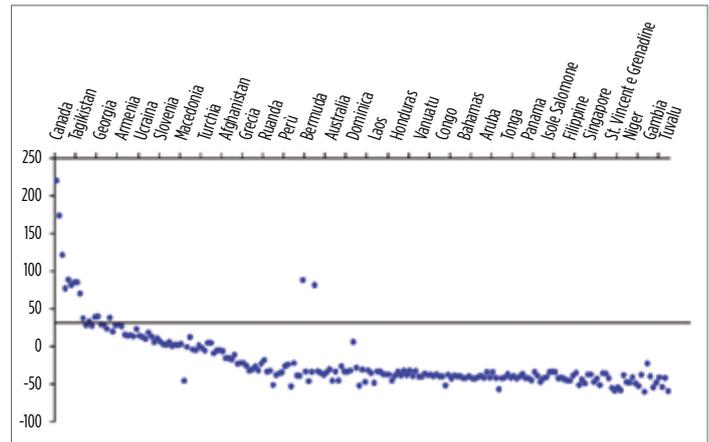
Il secondo approccio è meno preciso in termini di caratterizzazione del clima, della sua variabilità e delle sue varie componenti, visto che considera la sola temperatura media annua. Tuttavia si basa direttamente sul comportamento osservato dei turisti e ha un approccio globale, permettendo la sostituzione delle destinazioni tra paesi e la scelta tra il proprio paese di origine e le mete internazionali. La metodologia è piuttosto complessa, ma semplificando al massimo, il modello parte da una stima, per 207 paesi e territori, della domanda totale di viaggi come funzione della popolazione, delle condizioni economiche, delle caratteristiche del territorio (in particolare delle coste), della temperatura media, e della proporzione tra turisti internazionali e turisti domestici. Il modello costruisce poi una matrice dei flussi bilaterali tra i vari pesi, e la proietta nel futuro sulla base di variazioni della temperatura e delle variabili socioeconomiche coerenti con gli scenari Ipcc.

Entrambi gli approcci sono stati applicati al caso italiano per valutare gli impatti del cambiamento climatico sul nostro settore turistico, nell'ambito della Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici in Italia. Sulla base delle proiezioni climatiche del progetto europeo Peseta, l'approccio Tci mostra come, da una situazione tradizionalmente ottimale delle coste italiane in estate per il comfort del turista balneare, il cambiamento climatico possa, a fine secolo, spingere l'area migliore per questo tipo di turismo verso il Nord Europa, lasciando le nostre coste a più alta vocazione turistica in condizioni climatiche quasi inaccettabili (figura 1). La situazione migliora moderatamente nei periodi di attuale "bassa stagione" come la primavera e l'autunno. Lo studio Peseta suggerisce quindi che una soluzione parziale del problema potrebbe essere lo spostamento della stagione

FIG. 2  
CAMBIAMENTO CLIMATICO E TURISMO INTERNAZIONALE

Effetti del cambiamento climatico sul turismo internazionale nell'anno 2100 (valori %). La classificazione dei Paesi è in base alla temperatura media annua (anni 1961-1990).

Fonte: Bigano A., J. Hamilton, and R.S.J. Tol, 2007, "Nuove mete per il clima di domani", La Rivista del Turismo, Touring Club Italiano, anno IX, n. 3.



turistica verso queste stagioni. È però interessante notare come i mesi utili per questa strategia tendono a diminuire nell'Europa mediterranea e ad aumentare in quella settentrionale.

L'approccio Htm invece confronta le proiezioni dei flussi turistici in assenza di cambiamento climatico con quelle in presenza di cambiamento climatico. Anche se il clima non cambiasse, le sole dinamiche socio-economiche causeranno prima un aumento del turismo internazionale, e poi anche di quello domestico, rispetto alla situazione odierna, in maniera non uniforme a causa della diversa crescita economica nel mondo. Quindi da paesi dove l'economia resterà a lungo dinamica partiranno sempre più turisti, e sempre meno da dove l'economia è stagnante e la popolazione in declino, un fenomeno che iniziamo già da adesso a percepire per esempio nel caso dei turisti cinesi in Italia.

Gli effetti negativi del cambiamento climatico quindi non si tradurranno in genere in un calo in termini assoluti rispetto ai numeri che vediamo oggi,

ma in meno turisti rispetto a quanto la situazione economica avrebbe permesso se il cambiamento climatico non avesse luogo.

In questa prospettiva, a livello mondiale gli effetti saranno notevoli e in una certa misura sorprendenti. I paesi del Mediterraneo, Italia compresa, risulteranno penalizzati, anche se meno di quelli di aree già al momento molto calde, come Africa e Medio Oriente, mentre paesi il cui clima al momento non è visto come una delle principali attrattive, come Canada e Russia, attrarranno in proporzione molti più turisti (figura 2). Anche se la risoluzione geografica del modello è a scala nazionale, è possibile, tramite procedimenti statistici coerenti con le ipotesi del modello, mettere l'Italia sotto il microscopio e osservare cosa succede a livello delle regioni e province. In generale, sempre più turisti stranieri sceglieranno destinazioni meno calde di quelle italiane, mentre sempre più turisti italiani rimarranno in Italia invece di fare le vacanze in posti ancora più caldi. Il saldo, purtroppo, sarà negativo, anche perché parte dei turisti italiani contribuirà

al flusso del turismo internazionale verso paesi meno caldi (figura 3 e tabella 1). Il fenomeno non sarà uniforme, ma varierà a seconda della diversa popolarità internazionale delle varie località. Questo fenomeno si presenta in particolare evidenza nelle province costiere. Quelle con maggiore vocazione turistica internazionale risultano particolarmente penalizzate dal calo generalizzato del turismo internazionale, perché quello domestico non riesce a compensarlo (le coste siciliane, campane e le provincie di Venezia e Roma, dove la componente culturale è però prevalente). D'altro canto, nelle province al momento meno frequentate dal turismo internazionale la crescita del turismo domestico riuscirà a tamponare e, in qualche caso a compensare, la relativa minore affluenza di stranieri. Nei casi peggiori, la perdita di quota di mercato potrà essere importante oltre a un quinto di turisti totali, e quasi due quinti di turisti internazionali in meno rispetto a una situazione di clima immutato.

La prospettiva, insomma, è preoccupante. Anche se entrambi gli approcci si basano su ipotesi che semplificano molto una realtà complessa, il messaggio è comunque che, in mancanza di contromisure, l'Italia perderà quote di mercato significative in un settore molto importante per la sua economia (valeva il 7,4% del Pil nel 2011), scivolando dall'attuale quinto posto al tredicesimo a fine secolo nella classifica delle destinazioni internazionali più frequentate.

Si può però fare qualcosa per limitare i danni. La Strategia nazionale di adattamento propone alcune misure prioritarie. L'idea è di dare la precedenza a misure che minimizzino il costo sociale ed economico e a maggiore efficacia. Sensibilizzare e informare gli operatori economici sul problema li potrà aiutare a essere preparati a quello che potrà accadere in un futuro purtroppo non lontano; destagionalizzare e diversificare l'offerta turistica, riducendo l'enfasi sul sole e le spiagge d'estate può aiutare a ridurre la fuga verso altre destinazioni e ad attrarre turisti che non avevano finora considerato le destinazioni costiere in un'ottica diversa del turismo balneare tradizionale. Da evitare, per quanto possibile, gli interventi infrastrutturali invasivi a forte impatto ambientale.

**Andrea Bigano**

Senior researcher, Fondazione Eni Enrico Mattei, Feem  
 Scientist, Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici, Cmcc

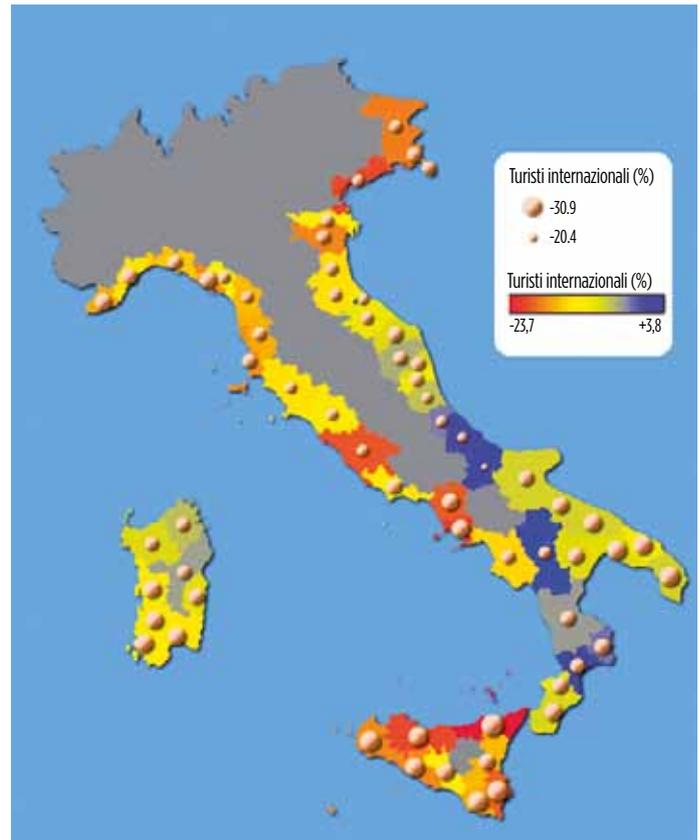


FIG. 3  
 VARIAZIONE FLUSSI TURISTICI

Proiezioni della variazione dei flussi turistici nelle province costiere italiane in presenza di cambiamento climatico nel 2050 (elaborazione dell'autore su proiezioni dell'Hamburg Tourism Model, mappa creata con TargetMap).

**Tab. 1. Variazione dei flussi turistici nelle regioni italiane in presenza di cambiamento climatico (valori percentuali).**

	2020			2030			2050		
	Stranieri	Italiani	Tot.	Stranieri	Italiani	Tot.	Stranieri	Italiani	Tot.
Piemonte	-18,0	4,0	-8,4	-21,5	5,9	-11,1	-21,9	10,1	-12,6
Valle d'Aosta	-16,2	6,3	-1,9	-18,9	9,5	-2,5	-17,5	16,7	-1,1
Lombardia	-18,4	3,5	-9,5	-22,1	5,2	-12,5	-23,1	8,8	-14,6
Trentino-Alto Adige	-17,3	4,8	-10,3	-20,5	7,2	-13,0	-20,2	12,4	-13,6
Friuli-Venezia Giulia	-19,2	2,5	-10,8	-23,3	3,6	-14,3	-25,1	5,8	-17,3
Liguria	-19,8	1,7	-6,8	-24,2	2,4	-9,6	-26,7	3,6	-13,1
Emilia-Romagna	-18,8	3,0	-5,3	-22,7	4,5	-7,5	-24,1	7,5	-9,5
Toscana	-19,2	2,7	-11,5	-23,2	4,0	-15,0	-25,0	6,5	-17,9
Umbria	-19,6	1,9	-10,7	-23,9	2,8	-14,2	-26,2	4,3	-17,7
Marche	-19,4	2,2	-3,8	-23,5	3,2	-5,5	-25,5	5,2	-7,7
Lazio	-18,8	2,8	-12,1	-22,7	4,2	-15,6	-24,2	6,9	-18,1
Abruzzo	-18,4	3,7	-1,2	-22,1	5,5	-1,8	-23,0	9,3	-1,9
Molise	-17,3	4,9	1,4	-20,5	7,4	2,0	-20,3	12,8	4,2
Campania	-20,2	1,5	-9,8	-24,7	2,2	-13,4	-27,7	3,2	-17,5
Puglia	-20,3	1,1	-2,6	-24,9	1,5	-4,0	-27,9	1,9	-6,5
Basilicata	-19,8	2,3	-0,3	-24,1	3,3	-0,6	-26,6	5,3	-1,0
Calabria	-20,0	1,6	-1,9	-24,3	2,3	-3,0	-26,9	3,5	-4,8
Sicilia	-20,9	0,4	-10,7	-25,7	0,5	-14,6	-29,5	0,1	-19,6
Sardegna	-19,8	1,8	-3,8	-24,1	2,6	-5,6	-26,5	3,9	-8,2

Elaborazioni dell'autore su proiezioni dell'Hamburg Tourism Model, dal "Rapporto di sintesi delle conoscenze scientifiche", Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici per l'Italia, Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare.

SCIENZA E FUTURO: FUTURI IMPOSSIBILI, PROBABILI, DESIDERABILI

LA CRESCITA ECONOMICA È ANCORA POSSIBILE?

Dal 28 al 31 ottobre scorso si è svolta a Torino la conferenza internazionale "Science and The Future. Impossible, likely, desirable". Quattro giorni di discussione al Politecnico di Torino con alcuni rappresentanti di punta della ricerca internazionale per stimolare un dibattito concreto e sempre più necessario e ampio a tutti i livelli della scienza, della cultura e della politica.

**Lo scenario**

Nel 1908 nasceva a Torino Aurelio Peccei, economista, manager e intellettuale che sollecitò una presa di coscienza dei limiti della crescita economica stabiliti dai vincoli fisici del pianeta e promosse il famoso rapporto *I limiti dello sviluppo*, elaborato dal Mit e pubblicato nel 1972. A distanza di oltre 40 anni, la crisi economica mondiale rivela connessioni sempre più evidenti con la disponibilità di energia fossile, di risorse minerarie, sfruttamento della biomassa, degradazione dei suoli e instabilità della produzione agricola, inquinamento e cambiamenti climatici.

Al tempo stesso, la scienza ha fatto enormi progressi sulla conoscenza dei processi naturali accoppiati a quelli umani, giungendo alla conclusione che l'attuale *Antropocene* è il periodo geologico dove una sola specie - sette miliardi di *Homo sapiens* - ha preso il sopravvento sull'intera biosfera modificando a tassi mai prima sperimentati anche atmosfera, idrosfera, criosfera, litosfera.

I rischi di una drastica transizione del sistema terrestre a seguito di questa inedita pressione sono concreti, ma economia, politica e cultura umanistica stentano a cogliere l'urgenza di confrontarsi con tali scenari e con l'immanenza dei vincoli fisici nel progetto dell'umanità dominato dalla sola logica del mercato, della crescita e

della competitività: un futuro impossibile. I cambiamenti in atto - dal clima alla biodiversità - delineano invece futuri probabili che possono minacciare la qualità della vita umana sull'intero pianeta per millenni.

Solo uno scatto coraggioso di evoluzione culturale che riporti il prelievo di risorse all'interno dei cicli biogeochimici terrestri potrà dirigerci verso il futuro desiderabile di una specie e di una società stabili e sostenibili.

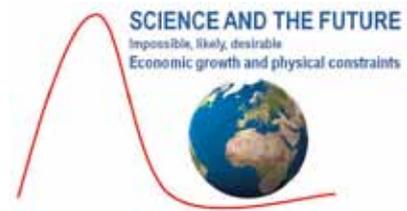
**I limiti della crescita, un lungo cammino verso la consapevolezza**

Quando nel 1972 usciva il rapporto del Club di Roma *I limiti dello sviluppo*, che individuava l'impossibilità di una crescita infinita della popolazione, dei consumi di materie prime e dell'accumulo di inquinanti su un pianeta dalle dimensioni limitate, la popolazione terrestre era di 3,5 miliardi di abitanti e la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera pari a 325 parti per milione (ppm).

Nel 2009 usciva su *Nature* il lavoro di Johan Rockström e collaboratori sulle criticità ambientali del pianeta *A safe operating space for humanity*. Nel celebre grafico circolare (figura 1) si individuano rischi più o meno prossimi:

- cambiamenti climatici
- acidificazione degli oceani
- degradazione dell'ozono stratosferico
- sbilanciamento del ciclo dell'azoto e del fosforo
- uso e abuso dell'acqua dolce
- uso e abuso del suolo
- perdita della biodiversità
- carico di aerosol atmosferici
- inquinamento.

L'attenzione su questi temi strategici per il futuro dell'umanità viene ripresa, tra gli altri, nel Memorandum di Stoccolma firmato da 18 premi Nobel (2011) nella



dichiarazione *Planet Under Pressure* (Londra, 2012), nella conferenza Rio+20 (2012).

Il Quinto rapporto Ipcc sullo stato del clima globale, uscito a settembre 2013, conferma i timori per gli effetti dei cambiamenti climatici.

Il *picco massimo del petrolio estratto* sarebbe avvenuto attorno al 2005 (Murray & King, *Nature*, 481, 2012) e anche le risorse minerarie iniziano a risentire dell'esaurimento dei giacimenti più ricchi e degli elevati costi energetici di estrazione. Il ritorno energetico per unità estratta è in declino.

L'incremento di *produzione alimentare* sta avvenendo a spese di terreni sottratti alle aree forestali tropicali; l'umanità preleva oggi dalla biosfera oltre il 25% della produttività fotosintetica netta primaria introducendo un'instabilità ecologica dalle conseguenze ignote. Un'ingente quantità di *rifiuti* non biodegradabili, tossico-nocivi, persistenti o radioattivi si sta accumulando nella biosfera e sta entrando nella catena alimentare.

Le pressioni umane sull'intero pianeta impongono trasformazioni dello stesso ordine di grandezza di quelle naturali, al punto che il Nobel per la chimica Paul Crutzen ha proposto per gli ultimi due secoli la denominazione geologica di *Antropocene*.

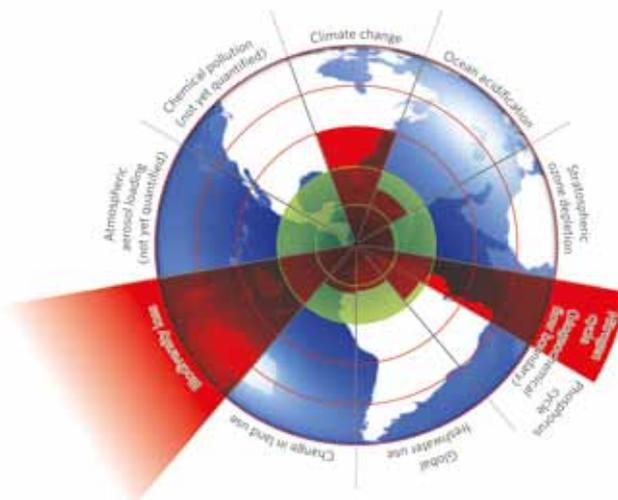
Il rischio di un collasso della biosfera a causa delle attività umane è reale (Barnosky, 2012; Erlich, 2013). Nel 2013 la concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera ha raggiunto le 400 ppm, valore massimo da almeno un milione di anni; la popolazione mondiale è a 7,1 miliardi di individui; l'*impronta ecologica* - le risorse naturali necessarie per rigenerare quelle consumate da una popolazione umana e per assorbire i rifiuti prodotti - ammonta a 1,5 pianeti Terra e la sua ulteriore crescita è insostenibile. Sono oramai innumerevoli i segnali: la crescita economica basata sui consumi materiali non sarà più possibile se non al prezzo di un degrado irreversibile e a lungo termine delle condizioni ambientali che assicurano la vita attuale.

Gli interventi e gli altri materiali della conferenza sono accessibili dal sito <http://scienceandthefuture.polito.it>

FIG. 1  
OLTRE I LIMITI

L'anello verde interno rappresenta il margine di sicurezza equivalente a nove sistemi planetari. I cunei rossi rappresentano una stima di ciascuna variabile. Tre soglie sono già state superate: perdita di biodiversità, interferenza con il ciclo dell'azoto, cambiamento climatico.

Fonte: Johan Rockström, "A safe operating space for humanity", *Nature*, 2009.



# CLIMA E NUOVI RISCHI PER LA SALUTE

I RISCHI PER LA SALUTE DELLA POPOLAZIONE INDOTTI DAI CAMBIAMENTI CLIMATICI SONO SIA DIRETTI, SIA MEDIATI DA VULNERABILITÀ AMBIENTALI E TERRITORIALI: MALATTIE INFETTIVE, AUMENTO DEI POLLINI E DELLE ALLERGIE, QUALITÀ DELL'ARIA INDOOR, ALTERAZIONI NELLA PRODUTTIVITÀ E SICUREZZA DEGLI ALIMENTI. LA GESTIONE DEI RISCHI RICHIEDE L'ADATTAMENTO DEI SISTEMI DI PREVENZIONE AMBIENTALI E SANITARI.

**G**razie all'impegno di ricercatori, istituzioni e associazioni non governative si è sempre più consapevoli dell'importanza delle variabili meteorologiche per benessere, sicurezza e salute della popolazione.

Più recentemente, anche sulla spinta dei sempre più crescenti (in numero e intensità) fenomeni meteorologici avversi, oltre alle politiche di riduzione delle emissioni, è stato rivalutato il peso e il ruolo delle politiche di adattamento a livello internazionale, europeo e nazionale<sup>1</sup> per limitare gli impatti negativi, anche attraverso "l'adattamento" ai nuovi scenari di rischio ambientali e territoriali dei sistemi di prevenzione, di risposta alle emergenze, oltre ai sistemi socio-economici produttivi.

Tali sistemi, radicati sul territorio, si sono infatti stabilizzati e organizzati anche su costanti meteo-climatiche locali ormai stravolte dal cambiamento del clima, richiedendo un adattamento di tali sistemi. Di fatto i rischi e pericoli indotti dai cambiamenti climatici non sono riferibili solo ai danni diretti da ondate di calore o in seguito ad alluvioni, tempeste, trombe d'aria. Di questi danni diretti ormai la percezione è diffusa, anche a livello istituzionale, anche se nel nostro paese è ancora assente una valutazione sistematica di tali impatti. Meno diffusa, di contro, è la consapevolezza di come i cambiamenti climatici, attraverso vari meccanismi prevalentemente mediati da vulnerabilità ambientali, territoriali e socio-demografiche incidano su benessere e salute, come illustrato brevemente nei successivi paragrafi.

## Malattie infettive

È stato stimato che quasi il 50% di tutte le malattie infettive notificate dagli stati membri Ue sono sensibili alle variabili meteo climatiche attraverso l'esposizione a acque e cibo contaminato o la puntura

di insetti vettori di malattie infettive. In Italia, come in molti Paesi Europei, le condizioni meteo-climatiche hanno favorito e favoriscono l'insediamento di insetti (zanzare, zecche) vettori di malattie infettive che, insieme a una maggiore mobilità sociale internazionale e a ad altri squilibri ecosistemici, sono responsabili della comparsa di alcune malattie virali nell'uomo tradizionalmente presenti in aree asiatiche e africane (virus Chikungunya, febbre del Nilo occidentale - West Nile Fever, virus Usutu, meningoencefalite da zecche o Tbe). Per il diffondersi di casi nell'uomo e negli animali in Italia le autorità sanitarie hanno già avviato specifici programmi di sorveglianza sanitaria sin dal 2007.

I sei microrganismi riconosciuti come agenti patogeni più frequenti (Campylobacter, Cryptosporidium, Listeria, Norovirus, Salmonella e Vibrio non colerico) mostrano diverse sensibilità specifiche per variabili climatiche (Ecdc 2012). Acque contaminate da dilavamenti alluvionali, l'esposizione degli alimenti a temperature più elevate in tutta la filiera di conservazione, distribuzione e stoccaggio, comportamenti sociali come l'uso di ristorazione pubblica e collettiva più frequente specie nei mesi caldi, l'uso di buffet con cibo esposto a temperature ambiente, sono tutti fattori di rischio che contribuiscono all'aumento dell'incidenza di malattie a trasmissione alimentare che richiedono interventi mirati di monitoraggio, sorveglianza e informazione. Pur in assenza di un sistema nazionale di sorveglianza di malattie trasmesse con l'acqua, molte evidenze indicano il ruolo del dilavamento contaminato negli eventi estremi, degli effetti di alte temperature e dell'impatto fisico sulle infrastrutture di distribuzione e trattamento delle acque sulla qualità di acque di balneazione, superficiali e sulla prestazione dei servizi idrici. Negli ultimi decenni nella quasi totalità delle regioni italiane sono state evidenziate

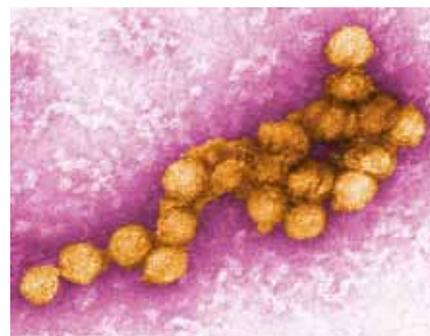


IMMAGINE: CONTRIA GROSSMITH

1



2

criticità correlate allo sviluppo di cianobatteri produttori di tossine neuro ed epatotossiche in invasi naturali e artificiali utilizzati per la fornitura di acque potabili.

## Allergie, asma e malattie cardiorespiratorie

L'aumento delle temperature è associato ad allungamento e anticipazione della stagione pollinica, e concorre, con alte concentrazioni di CO<sub>2</sub>, all'aumento della produzione di pollini. Alterazioni delle correnti transfrontaliere influenzano la distribuzione e insediamento di specie

1 Immagine al microscopio Tem del virus West Nile.

2 Zanzara tigre, uno dei vettori di malattie infettive.

infestanti allergizzanti con il rischio di nuove sensibilizzazioni tra la popolazione allergica. Le sinergie con gli inquinanti atmosferici irritanti e tossici (ozono, PM<sub>10</sub>, NOx) concorrono all'aumento del numero di crisi asmatiche/allergiche nei soggetti predisposti.

Le variabili meteorologiche influenzano la qualità dell'aria a livello locale attraverso modifiche delle velocità delle reazioni chimiche in atmosfera, delle altezze degli strati di rimescolamento degli inquinanti, e modifiche nelle caratteristiche dei flussi d'aria che regolano il trasporto d'inquinanti. Vari studi confermano l'associazione tra l'aumento dei ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari e ictus nelle ondate di calore e un effetto sinergico per malattie cardiorespiratorie tra le concentrazioni tossiche d'inquinanti atmosferici (PM<sub>10</sub>, ozono) e temperatura. Stress acuto e ansia negli eventi climatici estremi possono essere causa d'infarti e cardiopatie stress correlate. La qualità dell'aria *indoor* non è esente da influenze collegate ai cambiamenti climatici attraverso vari meccanismi: danni diretti sugli edifici negli eventi estremi, l'aumento di umidità, temperature e concentrazioni di ozono troposferico, l'uso più frequente di ventilazione meccanica e impianti di condizionamento, sono tutte variabili che incidono oltre che sul comfort microclimatico anche sull'inquinamento biologico (muffe, funghi, acari) e chimico (Voc, CO<sub>2</sub>), ovvero sui fattori individuati dall'Oms come determinanti *indoor* di salute (Oms 2009, Oms 2010).

## Clima e nutrizione

La catena causale attraverso cui la variabilità climatica influenza la nutrizione umana è complessa e

coinvolge diversi fattori relativi alla produttività e alla sicurezza degli alimenti (alterazioni del ciclo dell'acqua, salinizzazione delle falde, distruzione delle colture e interruzione della logistica negli eventi estremi, aumento di parassiti, contaminazioni biologiche e chimiche). Ma sono sempre più numerose le evidenze sull'impatto dei cambiamenti climatici anche sul valore nutrizionali degli alimenti (vegetali, carni, pesce) come ad esempio il contenuto proteico o di micronutrienti (vitamine, minerali e oligoelementi) importanti per la produzione di enzimi, ormoni e altre sostanze, per un corretto funzionamento dei sistemi immunitario e riproduttivo, delle capacità antiossidanti e, non in ultimo, la cui carenza cronica è associata allo sviluppo di malattie di rilievo per la sanità pubblica come le malattie cardiovascolari. Vulnerabilità ambientali come il degrado della qualità del suolo concorrono sinergicamente alle ripercussioni sulla qualità nutrizionale dei nostri alimenti che, a oggi, non è monitorata in maniera sistematica.

In conclusione, la gestione integrata dei rischi indotti dal cambiamento del clima

richiedono l'adattamento dei sistemi di prevenzione ambientali e sanitari non solo sotto il profilo operativo (ad esempio dotazione di infrastrutture tecnologiche e laboratoristiche adeguate, protocolli e procedure per il monitoraggio e il controllo dei fattori di rischio emergenti), ma anche un modello organizzativo viste le strette interconnessioni con la tutela della qualità di acqua, aria *outdoor* e *indoor*, suolo e biodiversità e con diversi settori strategici quali ad esempio agricoltura e filiere alimentari, turismo, infrastrutture, servizi idrici integrati, aree urbane.

### Luciana Sinisi

Responsabile Ambiente e salute  
Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Ispra

### NOTE

<sup>1</sup> Ipcc, 2012; *EU Strategy on adaptation to climate change*, COM(2013) 216; Iniziativa Ministero Ambiente, *Strategia Nazionale Adattamento ai cambiamenti climatici*, [http://bit.ly/SNA\\_Italia](http://bit.ly/SNA_Italia)

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ecdc, 2012, *Assessing the potential impacts of climate change on food- and waterborne diseases in Europe*, ECDC Tech Report, April 2012, [http://bit.ly/ECDC\\_2012](http://bit.ly/ECDC_2012).

Ipcc, 2012, *SREX Report: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, <http://ipcc-wg2.gov/SREX>.

Oms, 2009, *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*, <http://bit.ly/OMS2009>.

Oms, 2010, *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*, <http://bit.ly/OMS2010>.

Oms e Wmo, 2012, *Atlas of health and climate*, [http://bit.ly/OMS\\_WMO2012](http://bit.ly/OMS_WMO2012).



# ISOLE DI CALORE E MISURE DI MITIGAZIONE

L'INSERIMENTO DI VEGETAZIONE, DI TETTI VERDI E L'INTRODUZIONE DI AREE PERMEABILI MITIGANO IL DISAGIO BIOCLIMATICO DOVUTO ALL'ISOLA DI CALORE, UN FENOMENO SEMPRE PIÙ DIFFUSO NELLE AREE URBANE. L'EMILIA-ROMAGNA PARTECIPA AL PROGETTO EUROPEO UHI, COORDINATO DA ARPA, PER SIMULARE L'IMPATTO DI AZIONI DI MITIGAZIONE.

L'isola di calore urbano (indicata anche come UHI, dall'acronimo inglese *Urban Heat Island*) è un fenomeno microclimatico che si verifica nelle aree metropolitane e consiste in un significativo aumento della temperatura nell'ambito urbano rispetto alla periferia della città e, soprattutto, alle aree rurali circostanti. Si tratta di un fenomeno conosciuto e studiato da alcuni decenni ed è causato principalmente dalle caratteristiche termiche e radiative dei materiali che costituiscono le superfici urbane (in primo luogo, asfalto e cemento) nelle quali prevale l'assorbimento della radiazione solare rispetto alla riflessione. Certamente anche le attività umane che si concentrano nelle città e nelle loro immediate vicinanze contribuiscono a loro volta al riscaldamento delle aree urbane, sia in modo diretto attraverso le attività industriali, il traffico veicolare, gli impianti di riscaldamento e condizionamento, sia in modo indiretto alterando le proprietà radiative dell'atmosfera a causa degli alti livelli di inquinamento associati alle precedenti attività. Un altro aspetto di primaria importanza riguarda la vegetazione, che avrebbe l'effetto di contribuire alla riduzione del calore latente atmosferico riducendo, quindi, gli effetti dell'eccessivo riscaldamento.

## Isole di calore, un fenomeno sempre più frequente

L'intensità del fenomeno dell'isola di calore è da considerare in prevedibile aumento nei prossimi anni, in conseguenza del costante aumento della popolazione urbana. L'effetto dell'isola di calore è collegato direttamente al riscaldamento globale, in base al quale ci si aspetta che l'aumento della temperatura media avrà un effetto consistente e immediato sulle condizioni di vita negli ambiti urbani, peggiorando in particolare le condizioni delle fasce più deboli della popolazione.



Per quanto detto in precedenza l'isola di calore urbano è diventata una problematica su cui si sta concentrando una grande attenzione da parte dei pianificatori urbani nella prospettiva di una migliore vivibilità. Per difendere la salute e la qualità della vita nelle città questo fenomeno deve, quindi, essere adeguatamente rappresentato con l'obiettivo di poter definire misure di mitigazione ed essere gestito in maniera appropriata nell'ambito degli strumenti di pianificazione a disposizione degli amministratori locali.

## Il progetto europeo per contrastare l'impatto dell'isola di calore

L'attenzione da parte dell'Unione europea su queste tematiche è testimoniata dall'approvazione del progetto triennale *Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counteracting the global Urban Heat Islands phenomenon, UHI* coordinato da Arpa Emilia-Romagna e finanziato dall'*European Territorial Cooperation Programme "Central Europe 2007-2013"*. Questo progetto coinvolge 17 partner istituzionali e scientifici dell'Europa

Centrale e al suo interno sono state identificate 8 aree pilota, una in ciascuna delle aree metropolitane più rilevanti del programma di cooperazione (Modena, Padova, Stoccarda, Vienna, Budapest, Varsavia, Praga e Lubiana). La partecipazione diretta al progetto di amministratori locali di vario tipo (Comuni, Province e Regioni) garantisce un effettivo impatto degli obiettivi progettuali nelle strategie di pianificazione.

Le aree urbane precedentemente elencate sono state caratterizzate dal punto di vista dell'intensità del fenomeno isola di calore facendo uso dei dati osservativi disponibili (principalmente di carattere meteorologico); all'interno di queste aree urbane sono state individuate dai partner del progetto UHI delle aree pilota, che sono state studiate attraverso strumenti modellistici di vario tipo allo scopo di valutare, anche da un punto di vista quantitativo, l'effetto di alcune misure concrete di mitigazione del fenomeno dell'isola di calore.

Un risultato che ci si aspetta dal progetto sarà la definizione e la condivisione di un certo numero di queste esperienze per contrastare in modo efficace il fenomeno dell'isola di calore sin dalla fase di pianificazione delle aree urbane.

FIG. 1  
ISOLE DI CALORE  
E VEGETAZIONE

Esempio di output del modello Envi-met per simulare l'interazione fra l'atmosfera, le superfici e la vegetazione nell'area di interesse.



## Il contributo dell'Emilia-Romagna al progetto europeo UHI, l'area pilota a Modena

Dal punto di vista operativo, l'area pilota identificata in Emilia-Romagna è il cosiddetto Villaggio artigiano nel comune di Modena, già oggetto di un Piano operativo comunale (Poc) di riqualificazione urbana.

Il Villaggio artigiano, sorto alla fine degli anni 50, è stato un'esperienza pionieristica di partenariato pubblico-privato, dotato in prevalenza di strutture quali capannoni di piccole-medie imprese, nel quale non mancava tutto ciò che serviva all'abitare e allo stare insieme (case, negozi, una chiesa).

Attualmente l'area ha perso la forte connotazione artigianale della nascita ma, pur risultando sotto-utilizzata, non ha le caratteristiche di un'area dismessa.

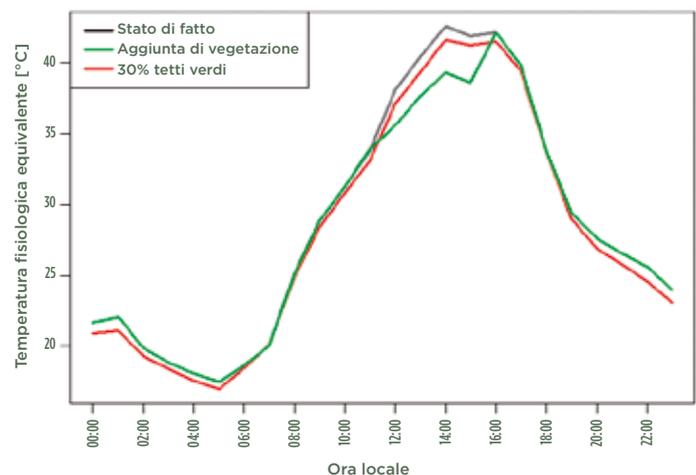
Si tratta quindi di un'area destinata più alla rigenerazione che alla riqualificazione per adeguarlo a esigenze diverse e mutate, mantenendo la riconoscibilità del tessuto originale.

Nell'ambito del progetto UHI sono stati definiti strumenti modellistici che i partner usano per le simulazioni in ambito urbano. Queste simulazioni sono il modo in cui la situazione attuale dell'area pilota viene messa a confronto con alcune misure di potenziale mitigazione del fenomeno dell'isola di calore, individuate in una fase precedente del progetto, quali ad esempio l'inserimento di vegetazione, di tetti verdi e l'introduzione di aree permeabili.

Tra i modelli individuati Arpa Emilia-Romagna sta utilizzando quelli denominati Envi-met e RayMan.

FIG. 2  
ISOLE DI CALORE  
E DISAGIO  
BIOCLIMATICO

Esempio di output del modello RayMan per simulare la temperatura radiante media applicata a un essere umano esposto all'irraggiamento diretto da parte del sole e alla radiazione emessa e riflessa dall'area circostante.



Il primo di questi strumenti rappresenta un vero e proprio modello tridimensionale dell'atmosfera basato sulle leggi fondamentali della fluidodinamica e della termodinamica, messo a punto allo scopo di simulare l'interazione fra l'atmosfera, le superfici e la vegetazione nell'area di interesse. Questo strumento è ideale per analisi di scenari di intervento a scala di quartiere (figura 1).

Per quanto riguarda RayMan, si tratta di uno strumento basato sulla simulazione della temperatura radiante media attraverso un bilancio di radiazione semplificato applicato a un essere umano esposto all'irraggiamento diretto da parte del sole e alla radiazione emessa e riflessa da parte delle pavimentazioni, delle pareti degli edifici e della vegetazione dell'area circostante.

Questo strumento è quindi particolarmente indicato per analisi alla microscala (modifiche di piazze, strade, cortili). L'output del modello è rappresentato da una serie di indici

bioclimatici che permettono una quantificazione delle condizioni di disagio bioclimatico di cui risente l'essere umano (figura 2).

È evidente che la tipologia di informazione che si può ricavare dall'output di ciascuno dei due modelli considerati è profondamente diversa, ma un loro utilizzo combinato permette di avere una stima dei benefici in termini di benessere bioclimatico in rapporto a scenari di intervento sul tessuto urbano. Il coinvolgimento attivo nel progetto da parte del Comune di Modena e della Regione Emilia-Romagna sono di buon auspicio rispetto all'inserimento di tali analisi tra gli aspetti costitutivi del quadro di valutazione nell'ambito della pianificazione urbana.

**Stefano Marchesi, Stefano Zauli Sajani, Paolo Lauriola**

Arpa Emilia-Romagna

# ADATTAMENTO E GOVERNO IN AREE URBANE

IL TEMA DELL'ADATTAMENTO CLIMATICO DEGLI INSEDIAMENTI URBANI RAPPRESENTA IL SEGMENTO PIÙ RECENTE DEL PROCESSO DI ESTENSIONE DEL SIGNIFICATO DI "GOVERNO DEL TERRITORIO". MOLTO SI PUÒ FARE SIA ATTRAVERSO LA PIANIFICAZIONE ORDINARIA, SIA, NELL'IMMEDIATO, CON UN PIANO DI ADATTAMENTO SPEDITIVO, PARTENDO DALLE CRITICITÀ GIÀ NOTE.

**N**egli ultimi decenni – circa quattro, se si assume come riferimento iniziale la legge Merli sulla depurazione delle acque (1976) – con la progressiva emersione della questione ambientale si sono andati fortemente ampliando i campi di applicazione di una disciplina che tradizionalmente era chiamata *urbanistica*, ma che nella riforma del Titolo V della Costituzione è stata in maniera più appropriata ridefinita *governo del territorio*, a sottolineare la necessità di associare al suo storico ruolo di regolazione dell'uso e della trasformazione dei suoli un insieme di attività conoscitive, di tutela e di valorizzazione delle componenti ambientali, di programmazione, di valutazione, di monitoraggio.

Il tema dell'adattamento climatico degli insediamenti urbani rappresenta oggi il segmento più recente di questo processo di estensione del significato di governo del territorio, e di conseguenza da un lato si innesta in problematiche in varia misura già note e consolidate, dall'altro pone prospettive di natura indubbiamente innovativa. Il presente contributo si sviluppa tenendo conto di entrambi questi versanti (il raccordo con il passato e le innovazioni necessarie) presentando i limiti di essere redatto da un urbanista – quindi da una competenza rappresentativa solo di alcuni aspetti della galassia di discipline che oggi e ancor più in prospettiva contribuiranno al governo del territorio – un urbanista che tuttavia ha avuto la possibilità per motivi diversi (interessi di ricerca, collaborazioni con enti locali, partecipazione alla formazione della *Strategia nazionale di adattamento climatico*, coinvolgimento nelle attività del Wwf Italia) di misurarsi con le complessità richieste dalle prospettive di adattamento climatico degli insediamenti urbani.

Come sovente accade nelle innovazioni inerenti il governo del territorio, la



realtà italiana – seppure con le ben note differenziazioni territoriali – è complessivamente in ritardo rispetto ai paesi nord-europei (ma non solo) e di conseguenza è facilmente accessibile<sup>1</sup> un ricco patrimonio di studi, metodologie ed esperienze in materia di adattamento climatico degli insediamenti urbani; in questo contesto, nella stesura di questo contributo si è scelto di non adottare un taglio descrittivo volto a dare conto di questo patrimonio, ma di proporre brevi riflessioni inerenti aspetti che possano interessare sia amministrazioni locali che cittadini.

## Perché affrontare il tema dell'adattamento climatico degli insediamenti urbani?

Gli insediamenti urbani ospitano in Italia, secondo la classificazione Istat, oltre il 90% della popolazione, e sono dunque i luoghi ove principalmente si presentano e presenteranno i maggiori

impatti del cambiamento climatico sulla qualità di vita della comunità nazionale; a ciò si aggiunga che gli insediamenti maggiori – quelli che presentano ampie superfici urbanizzate – sono affetti dal fenomeno dell'*isola di calore* (*Urban Heat Island*) che amplifica ulteriormente entità ed effetti dei picchi di temperatura.

Gli impatti che i mutamenti climatici possono generare sugli insediamenti urbani sono molto diversificati, potendo riguardare – con intensità diverse in funzione delle situazioni locali – la salute dei cittadini, l'efficienza delle infrastrutture di mobilità e delle reti tecnologiche, la richiesta di incrementi improvvisi di domanda energetica (con conseguenti possibilità di *black-out*), modifiche delle condizioni di fruibilità degli spazi pubblici, stress ambientali nelle aree con naturalità residua e nel verde pubblico, carenze negli approvvigionamenti idropotabili, diminuzione della competitività e della redditività di alcune attività economiche, esasperazione di conflitti sociali e politici,

drastica diminuzione della qualità di vita delle fasce più anziane e svantaggiate di popolazione, incremento dei rischi legati alle inondazioni, all'instabilità dei suoli e agli incendi, allagamenti negli insediamenti costieri.

È ampiamente intuitivo che gli impatti climatici cui rischia di essere soggetto un determinato insediamento vengano influenzati da una serie complessa di variabili riguardanti sia la natura dei mutamenti climatici cui è sottoposto (ad es. entità degli incrementi delle temperature, della severità degli eventi estremi quali piogge intense e tempeste, dell'innalzamento del livello del mare) sia le caratteristiche dell'insediamento stesso (forma, dimensione, collocazione geografica, struttura sociale e delle attività produttive).

A questo proposito va sottolineato che una parte molto consistente degli impatti climatici si presenta come un *amplificatore di criticità pregresse*: un insediamento che, ad esempio, presenti già oggi problemi di allagamento in caso di piogge persistenti, sarà prevedibilmente destinato – in assenza di interventi – ad affrontare in futuro allagamenti più frequenti e più consistenti.

I sistemi naturali – entro certi limiti – sono dotati di *resilienza*, cioè della capacità di modificarsi autonomamente per far fronte ai mutamenti ambientali; nei sistemi artificiali come quelli urbani questa resilienza deve essere assicurata dall'azione consapevole delle comunità insediate, e si presenta quindi – si è detto – come una dimensione aggiuntiva del governo del territorio, dimensione che ha necessità di strumenti (i *Piani di adattamento climatico*), di una specifica azione amministrativa, di risorse da impiegare, del coinvolgimento dei cittadini<sup>2</sup>.

## Come decidere cosa fare per l'adattamento climatico?

Il presupposto primario per impostare un'azione in materia di adattamento climatico di un determinato insediamento (ad esempio un Comune) è la conoscenza di quali cambiamenti climatici siano da attendersi a livello locale; conoscenza non semplice da acquisire, non solo a causa delle incertezze insite nelle proiezioni climatiche di lungo periodo redatte da gruppi di ricerca internazionali (Ipc), ma anche perché queste proiezioni climatiche riguardano territori molto ampi, e per stimare fenomeni a scala locale occorre operare un *downscaling* che comporta l'impiego di competenze molto specialistiche – presenti oggi quasi esclusivamente in enti di ricerca – in grado di interpretare e considerare gli effetti delle condizioni locali.

Una seconda indispensabile premessa consiste nella comprensione della *vulnerabilità climatica* di ciascun insediamento o meglio delle sue diverse parti (un insediamento urbano di una certa estensione può infatti presentare al suo interno differenziazioni anche molto significative). Si tratta del cosiddetto *resilience study*, esito di passaggi sufficientemente codificati nella letteratura di settore:

- *Exposure Analysis*
- *Sensitivity Analysis*
- *Impact Analysis*
- *Adaptive Capacity Analysis*
- *Vulnerability Assessment*
- *Risk Ranking*.

Passaggi che, se si traggono dalle esperienze nordeuropee, richiedono la disponibilità un patrimonio di informazioni (peraltro di natura diversa: climatica, ambientale, urbanistica, infrastrutturale, economica, sociale) la

cui acquisizione si presenta complessa e costosa.

Questo insieme di conoscenze alimenta la redazione del Piano di adattamento, che come ogni strumento di governo avrà necessità di condivisioni interistituzionali (*multilevel governance*), della partecipazione dei cittadini alle scelte, della programmazione di risorse finalizzate. Se si considerano le esperienze più note e avanzate (Copenaghen, Stoccarda, Londra, Stoccolma ecc.) ci si rende conto che per redigere un Piano di adattamento climatico pienamente affidabile occorrono tempi lunghi, competenze di alto livello, risorse ingenti.

## Si può agire in tempi brevi? Con quali strumenti?

Da quanto esposto le prospettive di un *allineamento europeo* in tempi brevi degli enti locali italiani in materia di adattamento climatico appaiono piuttosto problematiche; problematiche ma non velleitarie, atteso che il tema sta assumendo progressivamente peso nel dibattito scientifico, politico e sociale (e va detto che alcune esperienze sono in corso anche in Italia).

Va sottolineato inoltre che la *Covenant of Mayor* (Patto dei sindaci) – cui hanno aderito moltissime amministrazioni locali italiane – sta preparando una campagna per la diffusione a scala europea dei Piani di adattamento, campagna complementare a quella promossa nel recente passato in materia di mitigazione con i Seap (*Sustainable Energy Action Plan*).

Per rispondere a queste sollecitazioni – e considerando alcune caratteristiche proprie delle azioni di adattamento –



appare promettente una linea di lavoro che punti alla redazione progressiva del Piano di adattamento, con l'avvio di un processo che, in tempi brevi e utilizzando informazioni facilmente accessibili, consenta di pervenire a una sorta di *Piano di adattamento 1.0*, uno strumento in grado di assicurare un primo orientamento alle azioni di adattamento; strumento man mano perfezionabile con l'utilizzo di informazioni maggiori che ne consolidino nel tempo completezza e affidabilità.

## Piani di adattamento speditivi, cominciare dalle criticità già note

Tre elementi in particolare rendono ragionevole questo percorso, che – si sottolinea per chiarezza – non intende svilire l'importanza dello strumento (redigere un Piano di adattamento completo e affidabile è un obiettivo che comunque un'amministrazione consapevole sarà tenuta a perseguire) quanto avviare in tempi brevi la considerazione nella azione amministrativa di un versante fino a oggi sottovalutato.

Il primo elemento deriva dalla constatazione che – si è già detto in precedenza – i mutamenti climatici si presentano in buona parte come amplificatori di criticità pregresse. Criticità che in buona parte saranno già conosciute, o comunque determinabili con informazioni facilmente accessibili (soprattutto con la diffusione dei Gis, gli strumenti urbanistici comunali e provinciali, i Piani di bacino, data base come quelli della Protezione civile possono essere miniere importanti di informazioni, così come i dati Istat) e dunque non sarà un obiettivo inarrivabile quello di procedere a un loro "montaggio"<sup>3</sup> mirato alla redazione di una *carta della vulnerabilità* che evidenzia le componenti dell'insediamento che

prevedibilmente subiranno gli impatti maggiori dei mutamenti climatici, con conseguente definizione delle azioni tese a circoscriverli o eliminarli.

Il secondo elemento risiede nel fatto che – esaminando i Piani di adattamento più avanzati – si può rilevare come una parte significativa delle azioni di adattamento climatico ha natura *no regret*; si tratta infatti di azioni – si pensi all'incremento del verde urbano, azione tipica di adattamento volta all'attenuazione dei picchi climatici e nel contempo alla riduzione della quantità di pioggia recapitata nei sistemi fognari – che al di là dei positivi effetti di mitigazione che potranno dispiegarsi in un futuro, hanno anche nell'immediato effetti positivi sulla vita quotidiana dei cittadini.

Un terzo elemento, infine, riguarda il fatto che alcune azioni di adattamento climatico sono a costo zero; considerare con maggiore attenzione rispetto al passato i rischi idraulici, evitare appesantimenti dell'urbanizzazione di aree che presenteranno criticità di drenaggio, concepire una pianificazione locale che non interrompa le *green infrastructures* e la ventilazione, stabilire norme che limitino l'impermeabilizzazione del suolo e che garantiscano standard più estesi di consistenza della vegetazione nelle trasformazioni urbane sono tutte azioni rilevanti per l'adattamento climatico, che non comportano l'impiego di risorse aggiuntive, ma soltanto una maggiore consapevolezza nelle scelte, incorporando la dimensione climatica negli ordinari strumenti di pianificazione e programmazione.

Un *Piano di adattamento speditivo*, può consentire quindi in tempi ragionevolmente brevi di fare passi in avanti in materia di adattamento climatico degli insediamenti urbani. Rimane in sospeso il discorso delle risorse

da impiegare, tema decisamente rilevante nella attuale congiuntura.

Anche in questo caso, tuttavia, qualche passo in avanti si potrebbe fare, ad esempio rimodulando la spesa già in bilancio; una *spesa ordinaria* di manutenzione e rafforzamento dei sistemi di drenaggio in precedenza diffusa sull'intero territorio comunale potrebbe essere concentrata per risolvere i problemi delle aree che si prevede avranno in prospettiva problematiche ancor più severe delle attuali. In altri casi si potrebbero operare ripensamenti in merito a interventi infrastrutturali (in genere di alto costo, e destinati a favorire forme di mobilità individuale ormai desuete) e dedicarne gli importi a interventi significativi sotto il profilo climatico, anche sperimentando *progetti pilota* utili, tra l'altro, a incrementare la coscienza e la conoscenza da parte dei cittadini in materia di mutamenti climatici, e di sottrarre alla logica del breve termine (favorita dalla durata dei mandati elettorali) temi che hanno messo in agenda la solidarietà intergenerazionale.

### Andrea Filpa

Docente di Progettazione urbanistica,  
Dipartimento di Architettura  
Università degli studi di Roma Tre

### NOTE

<sup>1</sup> Come fondamentale fonte di informazioni si segnala l'*European Topic Centre on Climate Change impacts, vulnerability and Adaptation* (Etc-Cca).

<sup>2</sup> Cittadini che peraltro non appaiono indifferenti al tema; un'indagine questionaria promossa dal Comune di Ferrara nel 2009 rivela che rispettivamente il 58% e il 22% dei compilatori ha valutato *molto o abbastanza importante* l'azione di adattamento climatico.

<sup>3</sup> Ai temi inerenti la redazione speditiva di un Piano di adattamento climatico è dedicata una ricerca in corso promossa da Enea e Università Roma Tre (Dipartimento di Architettura).



FOTO: GABRIELE DALLA PORTA

# USARE BENE I FONDI EUROPEI CON IL PATTO DEI SINDACI

I FONDI STRUTTURALI EUROPEI POSSONO ESSERE FONTE DI RISORSE PER ATTUARE LE AZIONI DI CONTRASTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO PREVISTE DAL PATTO DEI SINDACI. LA PROSSIMA PROGRAMMAZIONE 2014-2020 È UN'OPPORTUNITÀ CHE SEMPRE PIÙ REGIONI DOVREBBERO COGLIERE PER ATTUARE UN'ECONOMIA A BASSA INTENSITÀ DI CARBONIO.

**S**e chiedessimo a un sindaco un esempio del proprio impegno nel contrasto al cambiamento climatico, molto probabilmente ci risponderebbe di aver aderito al Patto dei Sindaci.

Sono infatti oltre 2500 i Comuni italiani che lo hanno firmato, su un totale europeo di circa 5000.

Anche in provincia di Bologna sono già 25 i Comuni che lo hanno sottoscritto, sul totale di 60.

Dopo aver firmato e redatto il *Piano d'azione per l'energia sostenibile* (Paes), il Comune è impegnato a darvi attuazione. Ciò incrocia evidentemente il tema delle risorse, a partire da quelle europee dove le somme più importanti si ritrovano nei Fondi strutturali, fra cui, per citare i più recenti, il Fesr (*Fondo europeo di sviluppo regionale*) e il Fse (*Fondo sociale europeo*).

Con la precedente programmazione 2007-2013, tramite programmi finanziati dai fondi strutturali per lo più gestiti dalle autorità nazionali e regionali, oltre 347 miliardi di euro sono stati destinati a progetti regionali per la creazione di posti di lavoro e per la crescita, per oltre l'80% alle 84 regioni più povere in 17 stati membri dell'Ue, e per il 16% alle altre regioni.

Sono due le Regioni italiane che nel Fesr hanno riservato cifre importanti per la promozione e l'attuazione del Patto dei

sindaci, l'Abruzzo e la Sicilia: il primo sostenendo e responsabilizzando le Province, con l'obiettivo di coordinare le adesioni di tutti i comuni abruzzesi; la seconda ravvisando nel Patto dei sindaci un'eccezionale opportunità per attuare con intelligenza, nel 2013, quell'accelerazione della spesa necessaria a evitare la restituzione a Bruxelles dei fondi non spesi. Con la prossima programmazione 2014-2020 c'è da augurarsi che sempre più regioni italiane individuino nei Fesr un'opportunità di sostegno all'attuazione dei Paes, anche alla luce dell'obiettivo 4 (creazione di un'economia a bassa intensità di carbonio) che solo nell'assunzione di responsabilità da parte delle comunità locali può trovare successo.

Ci sono poi altre linee di finanziamento europee che non finanziano direttamente gli interventi, ma gli strumenti tecnici (capitolati, studi di progettazione, etc) necessari a metterne a gara la realizzazione, in una prospettiva di *partnership* pubblico-privata in cui il privato assume la titolarità dell'investimento (rischio compreso) e si ripaga con i risparmi ottenuti sulla bolletta della luce o del gas: sono i Fondi Elena, Mlei-Pda dell'ultimo bando *Intelligent Energy for Europe, Jessica* o *Jaspers*. Ai fondi Elena hanno avuto



accesso alcune Province italiane (Milano, Chieti, Modena), mentre per quelli Mlei-Pda si attendono per novembre le graduatorie.

A questi si è candidata anche la Provincia di Bologna, con un pacchetto di interventi di 50 milioni di euro in 25 Comuni, nei settori dell'efficienza energetica degli edifici e dell'illuminazione pubblica.

## Partnership pubblico-privato per superare i vincoli di investimento degli enti pubblici

Per tutti questi fondi europei il carattere distintivo è sempre più la collaborazione del pubblico con il privato, da attuarsi nel rispetto dei principi dell'interesse pubblico, della trasparenza e della concorrenza. È su questa partnership che anche a livello nazionale la legislazione ha recentemente definito nuovi strumenti, che andrebbero studiati e utilizzati per ovviare alle difficoltà di investimento degli enti pubblici. Se poi si allentassero i vincoli del Patto di stabilità interno e gli enti locali potessero spendere i loro soldi – anziché dover finanziare la tesoreria dello Stato – l'azione di Comuni e Province sarebbe molto più facile e certamente più efficace.

**Emanuele Burgin**

Provincia di Bologna

[www.pattodeisindaci.eu](http://www.pattodeisindaci.eu)

# LA RETE DELLE CITTÀ PER CONOSCERE E AGIRE

LE CITTÀ ITALIANE DEL PATTO DEI SINDACI HANNO PRODOTTO I PIANI D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE SENZA CONSIDERARE RESILIENZA E ADATTAMENTO. DA QUESTA ESPERIENZA È EMERSA LA NECESSITÀ DI INTEGRAZIONE CON POLITICHE PIÙ AMPIE DI ADATTAMENTO. È NATA COSÌ LA RETE DELLE CITTÀ SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI.

**L**a *Strategia europea di adattamento al cambiamento climatico*, adottata lo scorso aprile dalla Commissione europea, punta a rafforzare il livello di preparazione e capacità di reazione agli impatti del cambiamento climatico; gli Stati membri dovranno adottare la propria *Strategia nazionale* individuando le priorità di intervento sia a livello nazionale che locale, sostenendo le città nel percorso verso il proprio *Piano di adattamento ai cambiamenti climatici*. Solo 17 Stati hanno già approvato la propria Strategia, l'Italia è ormai alle ultime fasi di consultazione (attivata da fine ottobre) prima dell'approvazione.

## Le città, dai Piani d'azione per l'energia sostenibile (Paes) ai Piani di adattamento

L'Italia sta iniziando ora un percorso sulla *resilienza delle città* e gli interventi di adattamento ai cambiamenti climatici. Le città italiane che negli ultimi anni si sono concentrate sulla sfida lanciata dal Patto dei Sindaci hanno prodotto dei *Piani d'azione per l'energia sostenibile* (Paes) incentrati quasi esclusivamente su azioni di mitigazione e riduzione della CO<sub>2</sub>, senza prendere in esame la resilienza e l'adattamento ai cambiamenti climatici. In seguito alla esperienza acquisita con il percorso di approvazione e gestione del Paes le città hanno maturato conoscenze e si sono rese conto che la gestione del territorio e la lotta ai cambiamenti climatici non può fermarsi a interventi di mitigazione ma deve integrarsi con politiche più ampie di adattamento. Da queste riflessioni derivano i progetti di alcune città e l'idea di una *Rete sui cambiamenti climatici*.

1-2 Due momenti della XV Assemblea nazionale del Coordinamento italiano Agende 21 locali (Padova, 20-21 settembre 2013).



FOTO: COMUNI DI PADOVA

La *network* nasce dall'incontro di alcune città pioniere (Bologna, Ancona, Padova, Alba) – che lavorano in rete con il Coordinamento delle Agende 21 locali italiane e che hanno avviato un percorso sulla resilienza e progetti sui cambiamenti climatici, cercando sostegno teorico ed economico in Europa – con alcuni esperti (Kyoto Club, Indica, Ambiente Italia, Iuav, Eurocube srl, Assaica).

## La Rete delle città sui cambiamenti climatici

L'idea è di confrontarsi utilizzando le diverse esperienze, mettendo a disposizione conoscenze tecniche e gestionali:

- Ancona con il progetto *Life Act* ha elaborato il proprio *Piano di adattamento* in una città con caratteristiche particolari: una zona franosa in città ed essere una città costiera con zona franosa
- Bologna con il progetto *Life Blue Ap* si pone l'obiettivo di realizzare *linee guida* per la definizione di Piani di

adattamento per città con caratteristiche simili a Bologna, che potranno essere adottate da tutte le città italiane di medie dimensioni

- Padova e Alba hanno partecipato al progetto della Comunità europea *Eu Cities Adapt* che aveva l'obiettivo di formare un gruppo di città europee sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Questo percorso ha fornito una metodologia di lavoro e materiali utilizzabili per formare altre città in Italia.

La Rete ha individuato alcuni punti fondamentali su cui concentrare la propria attività in questa fase iniziale:

- attivare un percorso di *formazione/sensibilizzazione delle città italiane* utilizzando le competenze presenti in Italia e attive in progetti innovativi finanziati dalla Commissione europea; il percorso di formazione dovrebbe contestualizzare a livello nazionale quanto fatto dal progetto *Eu Cities Adapt*, diventando così il naturale proseguimento
- rafforzare la prevista *consultazione on-line sulla Strategia nazionale* con un percorso di incontri dedicati alle

amministrazioni locali: Comune, Aree metropolitane, Regioni e Province

- sostenere le Regioni nella *corretta allocazione delle quote dei fondi strutturali regionali* da destinare alle misure di adattamento. L'allocazione delle risorse dovrebbe essere determinata da criteri premianti per le città che rispettano determinati requisiti (es: approvazione Paes e sviluppo di Strategia di adattamento)
- interagire con il ministero dell'Ambiente e altri ministeri per *individuare priorità finanziarie* rivolte alle aree urbane con progetti pilota di *Smart City e Resilient City*
- raccogliere le *buone pratiche* esistenti in Italia (progetti nati da altre esigenze che agiscono sulla resilienza delle città), sistematizzarle e metterle a disposizione in un unico portale
- promuovere un *sistema di premialità* e riconoscimento per quelle città che hanno già avviato percorsi virtuosi di costruzione della resilienza e adattamento ai cambiamenti climatici; la premialità dovrà prevedere la possibilità di attingere alle risorse non utilizzabili a causa del Patto di stabilità e dare priorità ai territori virtuosi per investimenti strategici che permettano la realizzazione dei Piani stessi.

In occasione dell'Assemblea annuale dei soci del Coordinamento delle Agende 21 locali italiane (Padova, 20 e 21 settembre 2013) il *network* è stato presentato alle città e ha iniziato, nel *workshop* dedicato, il confronto sul percorso di transizione dall'esperienza delle politiche di mitigazione alle politiche di adattamento verso la *Smart City*.

Sono state raccolte indicazioni su necessità e progetti in corso. I dati raccolti (circa 40 progetti che agiscono sulla resilienza delle città) indicano chiaramente che le città stanno già attuando politiche di adattamento, ma che necessitano – oltre al sostegno economico – di metodo comune, confronto, formazione e sostegno scientifico.

L'appuntamento a *Smart City Exhibition "Open day smart & resilient communities"* del 17 ottobre 2013 ha allargato il dibattito alla comunità scientifica, alle aziende, alle assicurazioni e banche; con la nuova programmazione comunitaria 2014-2020 la necessità di investire in reti e infrastrutture intelligenti dovrà affiancarsi a una maggiore resilienza dei rischi finanziari e climatici.

Il confronto su come debbano essere rigenerati i territori per costruire comunità che siano in grado di rispondere alle future opportunità e

criticità derivanti dai cambiamenti climatici dovrà definire gli ambiti della futura economia dell'adattamento.

Nel breve periodo sarà attivata la possibilità di aderire alla Rete per tutti i soggetti ed enti interessati, utilizzando il sito del Coordinamento delle Agende 21 locali che funge anche da segreteria organizzativa ed è responsabile del coordinamento della Rete.

Inoltre sul portale Blue Ap (progetto del Comune di Bologna, [www.blueap.eu](http://www.blueap.eu), v. articolo a pag. 80) sarà data ampia diffusione al *network* e ospitata una

pagina dedicata. Prosegue anche la raccolta dei progetti realizzati, o in fase di realizzazione, da parte delle città che attraverso la compilazione di una scheda potranno condividere la propria esperienza e acquisire conoscenze e altre soluzioni. Tutte le buone pratiche saranno messe a disposizione.

**Daniela Luise**

Direttrice del Coordinamento delle Agende 21 locali italiane



FOTO: COMUNE DI PADOVA

2



[www.a21italy.it](http://www.a21italy.it)

# BOLOGNA CITTÀ RESILIENTE

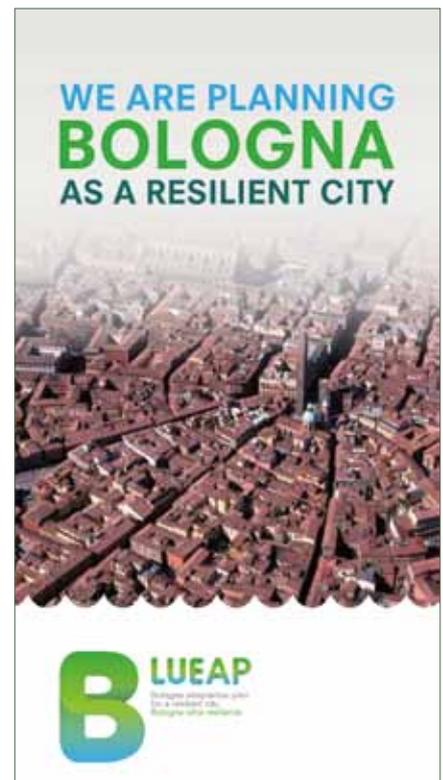
IL PROGETTO LIFE+ BLUE AP INTENDE FORNIRE LA COMUNITÀ DI BOLOGNA DI UN DOCUMENTO STRATEGICO PER L'ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO, ANCHE ATTRAVERSO UN AMPIO PROCESSO DI PROGETTAZIONE PARTECIPATA. È STATO DEFINITO UN PROFILO CLIMATICO LOCALE, BASE PER CONOSCERE VULNERABILITÀ E RISCHI.

**A**d aprile 2013 la Commissione Ue ha presentato la *Strategia europea per l'adattamento ai cambiamenti climatici*, che rappresenta un primo quadro d'indirizzo programmatico per la definizione di strategie e piani a livello nazionale, regionale e locale. L'introduzione da parte dell'Ue di questi primi strumenti operativi risulta fondamentale per permettere agli enti locali italiani di avere un primo quadro di riferimento comune per l'avvio di politiche e azioni in chiave di resilienza territoriale locale, in attesa dell'adozione della Strategia nazionale di adattamento (Sna), che è recentemente stata aperta alla seconda consultazione pubblica. In attesa delle linee guida nazionali e sulla scia del Comune di Ancona che, con il progetto Act e con la collaborazione scientifica di Ispra (v. articolo a pag. 84), ha già approvato il proprio piano di adattamento ai cambiamenti climatici ed è perciò una città pioniera in Italia, il Comune di Bologna ha deciso di dotarsi di un proprio Piano di adattamento locale (Pal), grazie alle attività del progetto Blue Ap – Bologna Città Resiliente, finanziato nell'ambito del programma Ue Life+ (Life 11 Env/IT/119).

Blue Ap, che ha preso inizio lo scorso primo ottobre e si concluderà entro settembre 2015, vede coinvolti oltre al Comune di Bologna, capofila del progetto, tre partner tecnico-scientifici: Arpa Emilia-Romagna, Ambiente Italia e Kyoto Club. Obiettivo del progetto è fornire la comunità di Bologna di un documento strategico per l'adattamento al cambiamento climatico, indirizzato sia ai portatori di interesse che agli amministratori, con l'obiettivo di guidare il processo di progettazione partecipata, tra le alternative e le considerazioni di fattibilità.

Il primo passo del progetto è stato quello di definire il *Profilo climatico locale*, strumento conoscitivo essenziale per l'individuazione della magnitudo del cambiamento climatico e delle vulnerabilità e dei rischi a esso legati. Arpa Emilia-Romagna ha analizzato le serie storiche meteo-climatiche dal

1951 a oggi, individuando gli indicatori del cambiamento climatico in atto, e ha applicato i modelli di regionalizzazione delle proiezioni climatiche globali per valutarne le ricadute a scala locale. Le ricerche svolte sulle tendenze in atto in Emilia-Romagna confermano che il clima sta cambiando e ha degli effetti già evidenti sul territorio: dal 1951 al 2011, infatti, sono stati osservati importanti segnali di variabilità climatica con anomalie termiche positive nella maggior parte della regione (da 0,5 a 3 °C) e l'aumento delle ondate di calore, una tendenza alla diminuzione delle precipitazioni totali annue e del numero dei giorni di pioggia, con un significativo aumento dell'intensità delle precipitazioni. Le evidenze empiriche e i dati scientifici sono confermati anche dai fatti di cronaca, documentati dalla stampa locale, da cui emerge chiaramente un incremento degli eventi estremi legati ai cambiamenti climatici: piogge intense, trombe d'aria, accelerazione dei movimenti franosi sulla collina bolognese, scarsità d'acqua e siccità. Nell'estate 2012, ad esempio, l'agricoltura emiliano-romagnola ha affrontato una forte emergenza siccità e in provincia di Ferrara e Bologna le perdite del raccolto sono arrivate al 100%. Quest'anno, ad aprile 2013, a Bologna e provincia, molte strade sono state chiuse a causa di smottamenti e allagamenti per la pioggia intensa; la situazione si è fatta critica anche nella zona collinare della città, dove si sono registrati esondazioni di canali e frane, che hanno causato la discesa di detriti dalla collina. A maggio 2013, inoltre, una tromba d'aria che si è abbattuta su parte dell'Emilia ha scoperchiato decine di strutture (case, fienili, capannoni agricoli e industriali) e ha provocato 11 feriti, mettendo in emergenza le province di Bologna e Modena. Nel mese di agosto si sono registrate temperature massime che hanno toccato i 39,7 °C: il caldo ha impattato anche sulla concentrazione di ozono, rendendo insostenibile l'aria di Bologna. Si sono superati, infatti, i limiti di legge e ad agosto la centralina dei giardini Margherita ha rilevato 215 microgrammi per metro cubo.



Va evidenziato come le informazioni, raccolte attraverso la stampa locale e nazionale, siano state analizzate usando come modello di riferimento la metodologia Lcip (*Local Climate Impact Profile*) adottata dalla Ukcip (*United Kingdom Climate Impact Programme*) sin dall'inizio del 2000: questa metodologia permette di avere una prima verifica empirica degli effetti negativi dei cambiamenti climatici in corso. Un esempio dei costi legati al rischio climatico è dato dal piano con cui la Regione Emilia-Romagna ha concorso, insieme agli enti locali, le strutture tecniche regionali e i consorzi di bonifica, alla realizzazione di interventi urgenti per fronteggiare i danni delle eccezionali avversità atmosferiche verificatesi nei mesi di marzo, aprile e maggio 2013 con uno stanziamento complessivo di circa 3.500.000 euro. Dal documento si legge che il territorio regionale è stato colpito da eventi meteorologici estremi: eventi alluvionali, gravi situazioni di dissesto idrogeologico nel periodo

marzo-aprile 2013 e una tromba d'aria il 3 maggio 2013. A questo si è aggiunto lo scioglimento del manto nevoso che ha messo in crisi il reticolo idrografico del territorio montano. Sono state circa 2000 le segnalazioni di danno: 300 di natura idraulica e 1500 relative a dissesti (126 le persone evacuate, 43 abitazioni civili distrutte o danneggiate, 3 ponti crollati, 56 interruzioni totali di strade e 138 località isolate).

Sul territorio nazionale i fenomeni atmosferici intensi impattano pesantemente, aumentandone la già fragile stabilità idrogeologica, portando a ben 5 milioni le persone che vivono in aree di elevato pericolo e provocando rilevanti perdite economiche, legate alla gestione delle emergenze e a danni a lungo termine. Basti pensare che su scala nazionale ammontano a oltre un miliardo di euro i costi dei danni subiti dall'agricoltura in seguito ai recenti eventi estremi (fonte: Coldiretti).

La resilienza territoriale assume pertanto una forte connotazione economica, in quanto il costo degli impatti incide in modo evidente sul Prodotto interno lordo nazionale. Settori come la salute, i servizi Itc, il commercio, i trasporti e l'energia stanno già soffrendo di aumentati costi e di perdite economiche significative a causa del cambiamento climatico.

A livello locale, il progetto Blue Ap vuole definire il Pal per l'adattamento anche attraverso un ampio processo partecipativo che inizierà questo autunno. Il Pal si baserà su uno studio delle vulnerabilità

e delle capacità adattative del territorio e su una valutazione costi/benefici dei futuri interventi. Le misure da attuare verranno identificate e condivise con la cittadinanza e con le imprese grazie a un percorso di coinvolgimento implementato da Kyoto Club e Ambiente Italia, con il supporto del Centro Antartide. Il dialogo si propone di innestare capacità resilienti nella comunità bolognese a partire dalla memoria collettiva. L'identificazione delle vulnerabilità e dei rischi locali, insieme all'attivazione delle risorse locali, utili per reagire e migliorare la resilienza della città, rappresentano l'anello di congiunzione con quanto già realizzato dall'amministrazione bolognese nel proprio Piano d'azione per le energie sostenibili (Paes) del Patto dei sindaci e in strumenti di mitigazione o di adattamento al cambiamento climatico, come per esempio i progetti Life+ Gaia, FP7 Urban Api, Iee 3EnergCult; senza dimenticare gli altri strumenti di pianificazione ordinaria come il Piano territoriale di coordinamento provinciale (Ptcp), che prevede una forte limitazione nel consumo del suolo, la progettazione partecipata di molti spazi verdi e la promozione degli orti urbani. Nel 2015 il progetto Blue Ap prevede l'implementazione di azioni pilota per rendere operativo il Pal adottato dall'amministrazione. Tra queste ci saranno:

a) una proposta di modifica del Regolamento edilizio urbano per l'aumento delle aree verde al fine di migliorare l'ombreggiamento e l'evapotraspirazione (*greening*, ovvero

azioni di rinverdimento) nel contesto urbano, dove si registra un incremento delle ondate di calore

b) interventi strutturali per migliorare la risposta idrologica e laminare i deflussi superficiali, rinnovando e adeguando il modello di gestione delle acque di pioggia

c) il miglioramento delle capacità di drenaggio di aree impermeabilizzate, riqualificando due aree asfaltate (parcheggi) con una pavimentazione maggiormente permeabile per un migliore drenaggio delle acque piovane

d) la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane, utilizzandole per irrigare le aree verdi

e) l'incentivazione di meccanismi assicurativi, in partnership pubblico/private, per fronteggiare i rischi derivanti dagli eventi climatici estremi. Questo testimonia come l'amministrazione bolognese stia già muovendosi verso una strategia *climate proofing*, ovvero a prova di cambiamento climatico, nella pianificazione futura della città, seguendo il noto principio che con un investimento di 1 euro oggi si potranno risparmiare nel futuro fino a 6 euro per la gestione delle emergenze e degli interventi di ripristino territoriale.

**Piero Pelizzaro<sup>1</sup>, Clementina Taliento<sup>2</sup>, Lucio Botarelli<sup>3</sup>**

1. Responsabile Cooperazione internazionale Kyoto Club

2. Responsabile Ufficio stampa Kyoto Club

3. Arpa Emilia Romagna



FOTO: AMB - FUCORICO

# AUTONOMIE LOCALI E FONDI EUROPEI PER L'ADATTAMENTO

IL SISTEMA DELLE AUTONOMIE LOCALI PER UN'AZIONE DIFFUSA DI ADATTAMENTO/MITIGAZIONE E PER IL RE-INDIRIZZAMENTO DELL'ECONOMIA ATTRAVERSO LA PIENA UTILIZZAZIONE DEI FONDI EUROPEI.

Come arrivare a un'azione diffusa degli enti locali per una politica di adattamento? Nei grandi comuni attraverso una politica istituzionale mirata con l'introduzione di un ufficio "adattamento" nel settore ambiente. Nei comuni medi e piccoli, in tempi di scarse finanze pubbliche, non ci sono risorse per attività che spesso neanche sono considerate di grande priorità. Il discorso "adattamento ai cambiamenti climatici" va quindi affiancato dal discorso: "sviluppo territoriale capace di futuro". Come fare per mantenere la vivibilità del territorio, la salute dei cittadini, rafforzare il tessuto economico, affrontare meglio eventi meteorologici estremi?

L'adattamento ai cambiamenti climatici solo in piccola parte è un campo d'attività a se stante. L'arte degli esperti dell'adattamento non sta nella costituzione del proprio campo come disciplina di grande autonomia e particolarità, ma nella pragmatica modestia e onestà intellettuale di mostrare come una variabile in più – cambiamenti climatici, vulnerabilità, adattamento – incide su campi d'attività che già oggi devono fare i conti con eventi meteorologici estremi dimostrando quali sono azioni ragionevoli e fattibili. Il Piano d'azione per la strategia tedesca di adattamento al cambiamento climatico sottolinea quest'aspetto della accettabilità delle misure anche in termini di costi e il carattere trasversale che caratterizza anche i programmi EU 2014-2020. Molte delle misure che rendono un territorio più resiliente ai cambiamenti climatici fanno parte di una politica urbanistica, del verde, della mobilità, della sanità, etc., intelligente e lungimirante. La rinaturalizzazione dei corsi d'acqua, per prendere un solo esempio: la distruzione dei letti di cemento e il ripristino dello stato antecedente, ad esempio, parte nel nord Europa negli anni Settanta, per combattere le inondazioni, per ragioni estetiche e perché comincia a smembrarsi l'idea del rettilineo, pulito, cementificato come progresso.



L'aumento della temperatura media e degli eventi meteorologici estremi sono fattori di stress insieme ad altri che contribuiscono insieme ai rischi per il costruito e le infrastrutture, alla sicurezza e salute dei cittadini. I cambiamenti climatici e l'adattamento a livello locale sono quindi variabili da prendere in considerazione per le nuove costruzioni e per la ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente, per la gestione delle acque sotterranee e quelle di superficie, per le minacce alla salute a causa di inondazioni o di onde di calore, per la gestione delle aree verdi e della mobilità. Un approccio pragmatico di adattamento ai cambiamenti climatici deve partire dal basso, cioè dalle reali capacità d'azione degli enti locali e dalla loro motivazione ad agire che risulta da problemi concreti che oggi si presentano ai vari uffici comunali causa la criticità nel territorio. Questo non vuol dire che le previsioni scientifiche degli effetti che si potrebbero verificare nei prossimi anni e decenni a causa dei cambiamenti climatici non siano utili. Anzi, esiste un grande bisogno di riportare i modelli globali dell'IPCC a scenari territoriali ad alta risoluzione con simulazioni degli andamenti climatici nei prossimi anni

nei vari ambiti edificati. Questi scenari costituiranno una fonte di sapere che deve entrare nei vari processi decisionali per co-determinare la configurazione delle misure. Sarebbe invece ingenuo aspettarsi che le simulazioni scientifiche degli effetti territoriali dei cambiamenti climatici di per se costituirebbero motivazione sufficiente per agire. Come non sembra utile l'insistenza su quanto è sensato l'adattamento anche in termini economici perché prima si agisce, come insiste Stern (2007), meno sarà l'onere finanziario; per ogni euro speso adesso se ne risparmiano sei in futuro, etc. Sono argomenti razionali che però, come dimostra l'esperienza, già non funzionano come motivazione ad agire per la grande maggioranza degli individui e ancora meno per le istituzioni. Se gli impatti dei cambiamenti climatici rafforzano sfide esistenti, adattamento significa rafforzare le politiche esistenti nei vari settori d'attività. Il punto principale di partenza dovrà essere la nascita e l'evoluzione di una consapevolezza diffusa negli enti locali della necessità di rispondere alla minaccia del riscaldamento globale con azioni di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> che ha trovato la sua espressione concreta

nell'adesione di 2500 comuni italiani al Patto dei Sindaci e l'elaborazione di 1500 Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile. Sarà quindi da individuare il *Common Ground*, il terreno comune tra mitigazione e adattamento come campo d'azione prioritario e di conseguenza l'integrazione delle azioni di adattamento nei PAES, mentre questi Piani dovranno a loro volta far parte di una strategia più ampia di sviluppo locale integrato sostenibile. Solo così la progettualità a livello locale saprà rispondere alla "ex ante conditionality" al centro della programmazione 2014-2020. Uno sguardo ad alcuni campi d'attività fa saltare all'occhio il nesso stretto tra le sfide che nascono da uno sviluppo urbano insostenibile e adattamento. Il clima nei centri urbani incontra dei problemi a causa tra l'altro di un'alta densità edificatoria, della mancanza di corridoi di aerazione, della cementificazione del suolo, di un sistema di mobilità basato sul trasporto motorizzato individuale. Al contempo diventano evidenti i

numerosi attori, sia dentro le pubbliche amministrazioni che fuori, ai quali deve essere data una buona ragione per attivarsi. La struttura urbana e l'infrastruttura, le aree verdi e lo spazio pubblico sono nella responsabilità del governo locale, come anche il patrimonio edilizio pubblico; per gli edifici privati devono essere coinvolti proprietari e inquilini, per la mobilità tutte e tutti. L'associazione delle città tedesche ha consigliato ai suoi membri di orientarsi alla strategia di adattamento del Comune di Francoforte sul Meno. Il suo Piano è stato elaborato da un gruppo di "Coordinamento cambiamento climatico" sotto la guida dell'assessore all'ambiente e alla salute. Ne fanno parte i dirigenti degli uffici acqua, aree verdi, tecnico, biodiversità, energia, salute, protezione civile, urbanistico, mobilità, traffico, e clima urbano. Il Piano è di ottima qualità, però ancora più importante è il fatto di essere il risultato di un lavoro e di una collaborazione tra una serie di uffici comunali, una collaborazione che include

su alcune tematiche (proliferazione fuori misura di insetti nocivi in certe stagioni) anche i comuni limitrofi e che si rivolge a un gran numero di attori privati in una programmazione precisa. Dal 2005, ad esempio, tutti gli ospedali, le case di riposo, e altre istituzioni mediche ricevono con tre giorni di anticipo un preavviso di ondate di calore. La maggior parte delle misure sono abbastanza banali, tetti verdi e climatizzazione dei mezzi pubblici, criteri più esigenti di isolamento termico nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni, far entrare le acque piovane nel sottosuolo non smaltire attraverso la rete fognaria, etc. L'innovazione e una risposta ai cambiamenti climatici all'altezza del problema stanno nel *mainstreaming*, nell'inserimento di soluzioni conosciute nella prassi quotidiana.

**Karl-Ludwig Schibel**

Alleanza per il clima Italia onlus

## PATTO DEI SINDACI E PIANI DI AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE

### IPSI, UNO STRUMENTO PER REALIZZARE L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI

Ipsi (Inventario delle emissioni serra per il Patto dei sindaci) è uno strumento di facile utilizzo, realizzato per rispondere alle esigenze dei comuni che vogliono costruire un inventario delle emissioni (Ibe) per il proprio Piano di azione per l'energia sostenibile (Paes).

Ipsi rappresenta l'evoluzione e l'aggiornamento di due precedenti metodologie (progetto Laks di Life+ e Piani clima locali in Emilia-Romagna) ed è sviluppato come un foglio elettronico che assiste in modo efficiente e rapido gli enti locali nella preparazione e realizzazione dell'Ibe per il Patto dei Sindaci.

Le principali caratteristiche di Ipsi:

- la sua progettazione è stata condivisa con numerosi enti locali, per rispondere alle loro esigenze specifiche di semplicità d'uso e gestione dei risultati
- è diviso in schede che richiamano i settori del Paes (edifici, attrezzature/impianti comunali, attrezzature/impianti terziari, edifici residenziali, illuminazione pubblica comunale, industrie, parco auto comunale e trasporti pubblici, trasporti privati e commerciali, rifiuti) e che guidano l'utente nella realizzazione dell'Ibe
- può ricevere in input dati di consumo energetico riferiti ai principali combustibili e all'energia elettrica, in diversi formati (dati puntuali, dati disaggregati da dati regionali/provinciali, dati raccolti da bollette energetiche) e in differenti unità di misura: Ipsi infatti trasforma automaticamente i dati inseriti in MWh, che è l'unità di riferimento scelta per il Patto dei sindaci
- converte automaticamente i dati in ingresso (consumi energetici e rifiuti) in emissioni serra (CO<sub>2</sub> equivalente) utilizzando opportuni fattori di emissione, coerenti con quelli utilizzati a livello nazionale e regionale
- compila automaticamente il modulo Ibe del Patto dei sindaci (richiesto dal *Joint Research Centre* per la presentazione del Paes).

Ipsi è attualmente sviluppato in due versioni:

- Ipsi Emilia-Romagna, specifico per i comuni dell'Emilia-Romagna e realizzato da Regione Emilia-Romagna e Arpa per promuovere, a livello regionale, un metodo omogeneo e confrontabile per la realizzazione dell'Ibe. Ipsi Emilia-Romagna è liberamente scaricabile dal portale regionale [http://bit.ly/ipsi\\_er](http://bit.ly/ipsi_er) in formato Excel (97 e 2007) e OpenOffice.
- Ipsi Italia, sviluppato da Arpa Emilia-Romagna per essere potenzialmente diffuso a livello nazionale e utilizzabile liberamente da qualsiasi comune italiano. Ipsi Italia è già stato diffuso in alcuni enti locali di Veneto, Marche e Sicilia. Per richiedere Ipsi Italia è possibile contattare Arpa Emilia-Romagna ([michelesansoni@arpa.emr.it](mailto:michelesansoni@arpa.emr.it)).



# AZIONI A LIVELLO LOCALE, IL PROGETTO LIFE ACT

NELL'AMBITO DEL PROGETTO EUROPEO LIFE ACT (ADAPTING TO CLIMATE CHANGE IN TIME) SONO STATE ELABORATE LINEE GUIDA PER LE STRATEGIE E I PIANI DI ADATTAMENTO A LIVELLO LOCALE, PARTENDO DALL'ESPERIENZA E DALLO STUDIO DI ALCUNE CITTÀ DEL BACINO DEL MEDITERRANEO.

Il cambiamento climatico è sempre più riconosciuto come una grave minaccia per la stabilità e la prosperità delle nostre società ed è principalmente a livello urbano che questa sfida dovrà essere affrontata. In particolare, nell'Unione europea, le città svolgono un ruolo centrale nell'economia, sono i centri della vita sociale e ospitano, inoltre, la maggior parte delle infrastrutture che saranno oggetto di scelte cruciali in termini di adattamento sia per il loro sviluppo che per la loro gestione. Per questa ragione, la *Strategia europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici* sottolinea il ruolo delle città e si propone di rafforzarlo, ad esempio, inserendo la tematica dell'adattamento all'interno del Patto dei Sindaci<sup>1</sup>.

Anche in Italia, pur in assenza di specifiche politiche a livello nazionale, alcune amministrazioni locali stanno muovendo i primi passi al fine di rendere i propri territori meno vulnerabili ai cambiamenti del clima, attraverso iniziative supportate, per lo più, da finanziamenti europei (fondi Interreg, Life). A differenza delle iniziative promosse fino a oggi, che hanno utilizzato un approccio integrato, coniugando cioè mitigazione e adattamento, il progetto europeo Life Act (*Adapting to Climate change in Time*) si è focalizzato unicamente sugli aspetti dell'adattamento<sup>2</sup>.

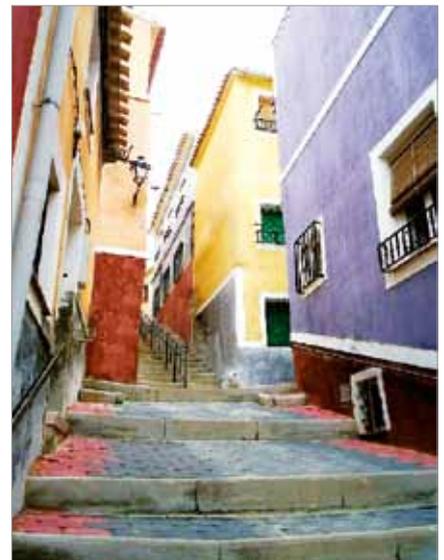
Scopo del progetto, a cui hanno partecipato i Comuni di Ancona (Italia), Bullas (Spagna) e Patrasso (Grecia), con il supporto tecnico dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra) e in collaborazione con il Forum delle città dell'Adriatico e dello Ionio (Faic), è stato infatti quello di sviluppare, attraverso un percorso metodologico integrato, partecipato e condiviso dagli attori locali del territorio, Piani di adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale (Pal), al fine di limitare gli effetti ambientali, sociali ed economici e accrescere la resilienza delle città al cambiamento. Pur avendo peculiarità territoriali e socio-economiche proprie, le tre amministrazioni locali si sono

confrontate con problematiche tipiche del bacino del Mediterraneo – una delle regioni più vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici in Europa – proponendosi così come aree pilota su cui testare metodologie e percorsi comuni di adattamento ai cambiamenti climatici. Erosione delle coste, rischio idrogeologico, perdita della biodiversità nonché impatti socio-economici su salute, turismo, agricoltura, infrastrutture e beni culturali sono tra i principali temi affrontati durante i tre anni e mezzo di attività.

L'esperienza maturata nel corso del progetto ha consentito così di predisporre delle Linee guida per i Piani di adattamento a livello locale<sup>3</sup>, con l'obiettivo di definire concetti teorici di base su questioni chiave relative all'adattamento e fornire, altresì, un supporto pratico e operativo alle amministrazioni pubbliche interessate ad avviare iniziative su questo tema.

Il percorso metodologico adottato nell'ambito del progetto Act ha previsto da una parte un approfondito stato dell'arte della letteratura esistente<sup>4</sup>, corredato da un'analisi delle buone pratiche e delle barriere riscontrate, dall'altra la predisposizione di scenari climatici al 2100 per le principali variabili climatiche<sup>5</sup>, cui è seguita la valutazione degli impatti previsti sui settori naturali e i sistemi socio-economici considerati<sup>6</sup>. Sulla base degli elementi acquisiti, sono stati realizzati i Piani di adattamento delle città di Ancona, Bullas e Patrasso. Attraverso un'attenta valutazione sia delle esperienze di successo che degli aspetti critici affrontati, effettuata anche in collaborazione con gli amministratori locali coinvolti nel progetto, sono stati raccolti così ulteriori elementi utili per la realizzazione di linee guida che tenessero conto, quanto più possibile, di un contesto istituzionale, tecnico-scientifico e sociale presumibilmente simile a quello di tante realtà locali in cui oggi si sviluppano iniziative di adattamento (*figura 1*).

In *figura 2* viene illustrata la struttura delle linee guida così delineata. Nove capitoli



illustrano rispettivamente le nove fasi del percorso, proponendo esempi pratici e casi di successo ed evidenziando potenziali barriere rispetto all'adattamento. Inoltre, domande guida e *check list* supportano il lettore nell'implementazione delle azioni suggerite.

Avviare il processo di adattamento significa descrivere quali sono gli elementi organizzativi, tecnici e finanziari indispensabili nella fase preliminare e individuare strutture e soggetti da coinvolgere o eventualmente costituire. Il vero successo di una strategia o di un piano di adattamento dipende fortemente dalla buona impostazione di questi aspetti. Raccogliere le informazioni disponibili e stabilire uno scenario di riferimento sono due azioni fondamentali sulla base delle quali saranno definite le priorità di azione e monitorato il progresso verso l'adattamento. Durante questa fase si suggerisce di stabilire un contesto di riferimento sull'adattamento, tramite la raccolta di opportuni dati e informazioni (su clima, impatti, vulnerabilità, rischi e opportunità, azioni esistenti), sviluppare scenari futuri e identificare le eventuali lacune conoscitive. Le informazioni raccolte serviranno come punto di riferimento per la definizione delle

priorità, nonché per la fase di monitoraggio e valutazione dei risultati conseguiti con l'adozione del piano.

Un aspetto chiave per la definizione degli obiettivi delle politiche di adattamento e della loro formulazione e valutazione è rappresentato dal modo in cui i sistemi umani e naturali possono essere affetti dai cambiamenti climatici. Valutare vulnerabilità e rischio associati al cambiamento climatico è pertanto essenziale al fine di migliorare la comprensione dei fenomeni, promuovere la sensibilizzazione della comunità e fornire gli elementi chiave per l'individuazione di obiettivi e *target*. Sulla base di tali informazioni, la comunità sarà, quindi, in grado di definire ciò che vuole raggiungere e in quale modo, e avviare così la vera e propria definizione del Piano. Sarà successivamente compito dell'implementazione del Piano quello di convertire in azione concreta ciò che è stato oggetto di pianificazione, elencando gli obiettivi operativi, assegnando le responsabilità e impostando le scadenze per il completamento.

Al fine di verificare l'efficacia delle misure adottate e individuare la necessità di eventuali adeguamenti è indispensabile effettuare una revisione periodica. Una buona pianificazione, in combinazione con un efficace monitoraggio, valutazione e aggiornamento del piano, può svolgere un ruolo importante nel migliorare, iterativamente, l'efficacia complessiva del processo. L'aggiornamento del piano diventa un elemento essenziale per stare al passo con i livelli di comprensione delle dinamiche climatiche in continua evoluzione e con gli sviluppi scientifici e tecnologici. Alcune attività specifiche dovranno essere implementate durante l'intero processo di adattamento: il coinvolgimento dei portatori di interesse; l'integrazione dell'adattamento nelle politiche settoriali; la comunicazione, l'informazione e la sensibilizzazione. L'adattamento richiede soluzioni innovative per unire gli sforzi, gli impegni e la conoscenza dei diversi gruppi e individui che possono contribuire – ciascuno a suo modo – al raggiungimento di un obiettivo comune: lo sviluppo di comunità resilienti. Coinvolgere i portatori di interesse – o *stakeholder* – è pertanto indispensabile durante tutto il processo di adattamento, così come integrare l'adattamento ai cambiamenti climatici nei processi già avviati di *policy-making*, *budgeting*, attuazione e monitoraggio sia a livello nazionale che locale, oltre che di settore.

Attività chiare ed efficaci finalizzate alla comunicazione, all'informazione e

FIG. 1  
PROGETTO LIFE ACT

Percorso metodologico implementato per la predisposizione delle Linee guida per i Piani di adattamento ai cambiamenti climatici a livello Locale (Pal).

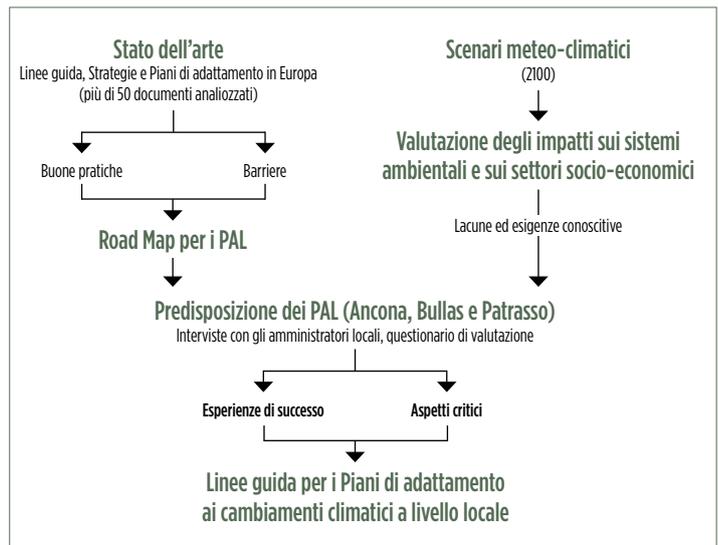


FIG. 2  
PROGETTO LIFE ACT

Struttura delle Linee guida per i Piani di adattamento ai cambiamenti climatici a livello Locale (Pal).



all'aumento della consapevolezza saranno inoltre il miglior mezzo per superare barriere e impedimenti di ogni genere nel processo di adattamento. Il progetto Act ha messo in evidenza come siano indispensabili un'informazione scientifica qualificata e competenze tecniche adeguate affinché tutto il processo di predisposizione di un Piano di adattamento a livello di amministrazione locale possa poggiare su solide basi conoscitive e quindi essere ben calibrato rispetto alle effettive esigenze territoriali, sia per quanto riguarda gli scenari meteo-climatici futuri che per quanto riguarda le valutazioni d'impatto. La lezione che se ne trae è che, perché questo tipo di processi possa essere avviato più facilmente, è necessaria una chiara definizione del *framework* politico-istituzionale e normativo sia a livello europeo che nazionale, in base al quale iniziative a livello locale possano essere coerentemente inquadrati nel perimetro più ampio di indirizzi e valutazioni nazionali, a loro volta allineati e integrati a quelli europei.

A oggi, non possiamo ancora dire che questo quadro di riferimento sia stato definito per il nostro paese; ci sono però segnali tangibili che ci si sta muovendo in questa direzione, perché all'indomani

della recente pubblicazione della Strategia europea (COM(2013) 216 final) siamo abbastanza prossimi alla presentazione di una strategia italiana, che diventi indispensabile raccordo con il livello di programmazione locale.

**Francesca Giordano, Alessio Capriolo, Rosanna Mascolo, Domenico Gaudioso**

Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra)

**NOTE**

- <sup>1</sup> EC (European Commission), 2013b. An EU Strategy on adaptation to climate change. COM(2013), 216 final.
- <sup>2</sup> Informazioni sul progetto Life Act sono disponibili sul sito [www.actlife.eu](http://www.actlife.eu).
- <sup>3</sup> Le Linee guida del progetto Life Act sono state elaborate in lingua inglese e hanno come titolo: "Planning for adaptation to climate change – Guidelines for Municipalities". Il documento è disponibile sul sito [www.actlife.eu/medias/306-guidelinesversionefinale20.pdf](http://www.actlife.eu/medias/306-guidelinesversionefinale20.pdf).
- <sup>4</sup> State of the art review on adaptation è disponibile sul sito [www.actlife.eu](http://www.actlife.eu).
- <sup>5</sup> Climate trends and projections è disponibile sul sito [www.actlife.eu](http://www.actlife.eu).
- <sup>6</sup> Climate change impact assessment and local vulnerability è disponibile sul sito [www.actlife.eu](http://www.actlife.eu).

# INVESTIAMO PER CREARE COMUNITÀ RESILIENTI

LA REGIONE EMILIA-ROMAGNA PONE GRANDE ATTENZIONE A CONOSCENZA E PIANIFICAZIONE PER ESSERE IN GRADO DI RISPONDERE ALLA VULNERABILITÀ DEL TERRITORIO. L'INVESTIMENTO IN PREVENZIONE, NEL CAMPO DEL RISCHIO IDRO-GEOLOGICO, È STRATEGICO.

**I**l clima sta cambiando. Aumentano la temperatura globale dell'aria, quella dei mari e degli oceani. Si sciolgono i ghiacciai; si intensificano i fenomeni estremi, come trombe d'aria, alluvioni e siccità. Eventi che nessun confine amministrativo è in grado di arginare: riguardano l'intero pianeta, Emilia-Romagna compresa.

A testimoniarlo – solo negli ultimi anni – sono stati l'eccezionale nevicata del febbraio 2012 e i due eventi meteo intensi del novembre dello stesso anno e della primavera 2013: calamità che hanno reso ancora più stringente il passaggio dalla logica dell'emergenza a quella della prevenzione, incentivando la manutenzione ordinaria della rete idrografica e dei versanti, e la messa in sicurezza.

Il cambiamento climatico rappresenta quindi una delle sfide maggiori che già si stanno affrontando e su cui si dovrà lavorare con decisione nei prossimi decenni. Le azioni messe in campo dalla Regione Emilia-Romagna sono ispirate a due parole chiave: adattamento e prevenzione.

Si tratta di principi-guida che si fondano su un presupposto indispensabile: la conoscenza. Per questo, un'attenzione particolare è stata rivolta all'aggiornamento continuo dei quadri conoscitivi e delle banche dati, alla loro accessibilità e condivisione: cito, ad esempio, il Dtm terrestre e batimetrico-costiero; i dati per l'analisi di subsidenza, uso del suolo, cartografia del dissesto; le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni e quelle di ingressione marina. E ancora: si sono elaborati specifici sistemi informativi, tra cui il Sistema informativo del mare e della costa, sviluppato per analizzare nel dettaglio le dinamiche del litorale e l'evoluzione del territorio costiero e i nuovi sistemi informativi tematici costieri (quali in\_Sea, relativo all'uso del mare, in\_Sand, riguardante i giacimenti sabbiosi sottomarini e in\_Storm, sulla gestione dei dati delle mareggiate); altri sono in

fase di sviluppo, come il portale Web-Gis per la visualizzazione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvioni. Ulteriori strumenti strategici in un clima che cambia sono i sistemi di allertamento in tempo reale e la rete di monitoraggio idro-pulvometrica di cui la Regione è dotata e, non da ultimo, il recente sistema di allerta e di previsione di impatto delle mareggiate e quello di gestione dell'arenile. Da ultimo, recentemente la Regione si è dotata di ulteriori strumenti strategici tra cui il sistema di allerta e di previsione di impatto delle mareggiate e quello di gestione dell'arenile. Quello messo in campo è dunque un lavoro intenso e approfondito, dal momento che la conoscenza è determinante per una pianificazione che tenga conto della valutazione della vulnerabilità del territorio ai cambiamenti climatici. In proposito, si sta lavorando per:

- garantire piena attuazione della pianificazione di bacino vigente (Pai), anche attraverso l'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale provinciale (Ptcp) e comunale (Psc)
- elaborare e attuare il Piano di gestione del rischio di alluvioni come previsto dalla direttiva Alluvioni del 2007
- applicare pienamente i principi contenuti nelle Linee guida per la Gestione integrata delle zone costiere (Gizc) e i criteri della Pianificazione spaziale marittima (Psm), per una gestione sostenibile e integrata dei litorali in funzione dei loro usi plurimi e della prevenzione dei rischi costieri
- adeguare e potenziare la pianificazione di emergenza su scala regionale, provinciale e comunale
- coordinare le misure di protezione del territorio con quelle di protezione dell'ambiente (Dir. 2007/60/CE vs Dir. 2000/60/CE).

È questo approccio che sta alla base, ad esempio, del Piano triennale 2011-13 per la prevenzione del rischio idrogeologico: un piano che prevede complessivamente 314 interventi per 183 milioni di euro,

dei quali 81 milioni finanziati dallo Stato grazie all'Accordo di programma tra Regione e ministero dell'Ambiente siglato nel 2010.

Tutti gli interventi previsti per il 2011 sono stati avviati; recentemente si è superato il blocco dei trasferimenti governativi relativi all'Accordo – che ha impedito la realizzazione delle opere calendarizzate per il 2012 – ed è stata disposta l'erogazione alla Regione Emilia-Romagna di 24 milioni, grazie ai quali si renderanno possibili 46 interventi.

Nonostante il contesto di generale scarsità di risorse, la Regione ha sempre considerato strategico l'investimento in prevenzione, facendo della sicurezza del territorio un cardine dell'azione di governo. Tra il 2009 e il 2013 sono stati realizzati 837 interventi per 264 milioni nei settori di difesa del suolo, bonifica e pronti interventi di protezione civile. Di queste risorse, 158 milioni (pari al 60% del totale) sono stati finanziati dalla Regione stessa; 105 milioni (ossia il 40%) dallo Stato.

Se quindi è determinante mettere in campo politiche, strategie e interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici, al tempo stesso è indispensabile promuovere una vera e propria cultura della prevenzione che deve farsi patrimonio condiviso dall'intera collettività. Nessuno può sentirsi escluso da questo grande impegno. L'imperativo deve essere quello di costruire comunità più forti, preparate, in grado di rispondere ai rischi. In due parole, *comunità resilienti*. Per farlo, serve un lavoro paziente e costante, da svolgere insieme. Perché solo insieme – Istituzioni, volontari, realtà economiche e sociali, singoli cittadini – possiamo fare la differenza nel costruire un futuro più sicuro per le prossime generazioni.

## Paola Gazzolo

Assessore Sicurezza territoriale, difesa del suolo e della costa, protezione civile, Regione Emilia-Romagna

# REINDIRIZZARE L'ECONOMIA CON I FONDI EUROPEI

IL NOSTRO PAESE È TRA QUELLI POTENZIALMENTE PIÙ ESPOSTI AGLI EFFETTI DERIVANTI DAL RISCALDAMENTO GLOBALE. LA PIENA UTILIZZAZIONE DEI FONDI EUROPEI È DI ESTREMA IMPORTANZA PER CONSENTIRE AL SISTEMA DELLE AUTONOMIE LOCALI UN'AZIONE DIFFUSA DI ADATTAMENTO/MITIGAZIONE E PER REINDIRIZZARE L'ECONOMIA.

**L**a consapevolezza ormai diffusa e consolidata del mondo scientifico (Quinto rapporto Ipcc, settembre 2013) che il riscaldamento globale è inequivocabile rende urgente e soprattutto inevitabile affrontare tali cambiamenti dal punto di vista dell'*adattamento* e della loro, per quanto possibile, *mitigazione*.

Su tale questione, gli enti locali hanno e avranno un ruolo centrale in virtù delle proprie competenze di governo del territorio. Regioni e Comuni saranno in prima linea ad affrontare, assieme agli *stakeholder* locali (imprese, cittadini, associazioni di categoria, consumatori e ambientalisti), le complessità sul fronte economico e sociale, considerato anche che il nostro paese è inserito dall'Unione europea tra quelli potenzialmente più esposti agli effetti derivanti dal riscaldamento globale.

Alle regioni, sulla base degli indirizzi nazionali, è affidato il complesso ruolo d'integrazione e coordinamento tra i vari livelli di governo sia in termini di obiettivi da perseguire, sia di pianificazione, programmazione e gestione territoriale, ricercando la piena coerenza tra i piani locali e regionali al fine di massimizzare i risultati e garantire adeguate misure volte alla tutela delle risorse, alla valorizzazione e allo sviluppo che le azioni di adattamento e mitigazione dovranno in ogni caso avviare. Per sviluppare misure coerenti di mitigazione e adattamento la Regione Emilia-Romagna ha avviato una nuova stagione di pianificazione, improntata alla massima integrazione e trasversalità, in particolare con i settori interconnessi con i cambiamenti climatici: il *Piano integrato per la qualità dell'aria* (Pair 2020) e il *Piano integrato di rifiuti*.

Gli ambiti prioritari di intervento per il risanamento della qualità dell'aria sono la riduzione delle emissioni (comprese quelle dei gas climalteranti) volte a contrastare il cambiamento climatico. Queste azioni dovranno, nell'immediato, trovare modalità di attuazione e risorse finanziarie – oltre che nei piani di settore della mobilità, dell'energia, della ricerca e innovazione –

anche nei documenti programmatici del prossimo periodo di programmazione europea 2014-2020.

Inoltre, considerando che il ciclo dell'acqua è tra i sistemi naturali maggiormente compromessi dai cambiamenti climatici e che la stima del ministero dell'Ambiente è che nei prossimi anni il livello di produzione agricola in Italia e nel Mediterraneo diminuirà fino a toccare il picco del 22% nel 2100, l'attenzione alla gestione della risorsa idrica orientata a un uso ottimale e conservativo unitamente a modalità di coltivazione e produzione agricola più sostenibili dovranno rappresentare uno degli elementi di impegno del prossimo Programma di sviluppo rurale regionale 2014-2020. Più in generali sia gli strumenti già predisposti a livello regionale come le linee guida per la *Gestione integrata delle zone costiere* (Gizc) sia quelli in fase di elaborazione come il nuovo *Piano di tutela delle acque* e i *Piani di gestione rischio alluvioni* che verranno predisposti a livello di bacini idrografici, (in attuazione della direttiva 2007/60/CE), rappresentano il più importante appuntamento in tema di risorse idriche per consolidare politiche di adattamento orientate alla massima riduzione dei rischi derivanti da eventi climatici estremi, sempre più frequenti e dannosi per i cittadini, il patrimonio culturale, le attività economiche e le infrastrutture.

Ciò in linea con quanto prevede la stessa Ue, che individua nella lotta al cambiamento climatico e alla preservazione della biodiversità gli ambiti cui fare particolare attenzione nei prossimi programmi operativi. La politica di coesione rappresenta dunque uno degli strumenti principali per il raggiungimento degli obiettivi della *Strategia europa 2020*.

Gli insediamenti urbani rappresentano uno dei principali nodi critici, ma allo stesso tempo uno degli ambiti su cui è possibile agire con maggiore efficacia, da una parte attraverso politiche che incrementino la capacità di *resilienza* delle città, dall'altra grazie alla possibilità di agire nei settori



civile (edilizia residenziale e terziario) e industriale per promuovere il passaggio a una economia a basso contenuto di carbonio, favorendo l'efficienza energetica, e favorendo modelli di produzione e di consumo più eco-efficienti. Se fino a oggi i piani e programmi regionali di settore hanno teso a internalizzare, in modo più o meno esplicito, i riferimenti e gli obiettivi europei – tra cui il *Pacchetto clima-energia* per misure di riduzione delle emissioni climalteranti prodotte sul territorio regionale – i tempi sono maturi per attivare un processo sistemico che porti alla definizione di una *strategia unitaria per il clima*; un processo che porti a realizzare un *Piano regionale di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici* che – tenendo conto della *Strategia nazionale di adattamento*, in via di elaborazione dal ministero dell'Ambiente – sia integrato con il *Piano per la qualità dell'aria* e possa svolgere funzione di coordinamento e di indirizzo per la definizione di obiettivi in grado di attuare *politiche* per una riduzione effettiva delle emissioni di gas "serra" e anche decise e razionali *azioni di adattamento* orientate a limitare i "danni" e possibilmente a sfruttare le opportunità di tale cambiamento.

**Giuseppe Bortone**

Direzione generale ambiente, del suolo e della costa, Regione Emilia-Romagna

# IL “RESTAURO ITALIANO”, UNA GRANDE OPPORTUNITÀ

LE AUTONOMIE LOCALI POSSONO ESSERE PROTAGONISTE DEL “RESTAURO ITALIANO”: UN PIANO DI PICCOLE OPERE FONDATA SU RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA, RECUPERO DELLE AREE DISMESSE, CURA DELLE AREE RURALI IN ABBANDONO E RISTRUTTURAZIONI ANTISISMICHE. LA PIANIFICAZIONE MIRATA È LO STRUMENTO PER PROMUOVERE ECONOMIA ED ECO-EFFICIENZA

Oggi si parla di rigenerazione urbana come di *resilienza*, cioè della capacità (e necessità) della città e di un territorio di adattarsi alle caratteristiche specifiche del proprio contesto ambientale, in una prospettiva, praticata molto più intensamente e per certi aspetti diversamente, di trasformazione sostenibile.

Ciò significa ad esempio ridurre il consumo di suolo, migliorarne in ogni caso le modalità di utilizzo, praticare la chiusura dei cicli locali dell'acqua, dell'energia e dei rifiuti, la rigenerazione degli stock locali di risorse naturali deteriorati in quantità e qualità, l'efficientamento energetico, l'adattamento e la mitigazione climatica, il deciso miglioramento della qualità dell'aria, l'adeguamento delle dotazioni infrastrutturali dell'armatura urbana (reti di servizi).

Questi sono i diversi campi d'azione delle politiche di rigenerazione urbana intese in questa nuova accezione.

I territori che amministriamo esprimono ancora molte domande inevase (insediative, di servizi, di mobilità, ecc.), la crisi del mercato immobiliare, che per decenni ha alimentato l'economia urbana, impone un radicale cambiamento di prospettiva, i costi ambientali non sono più sostenibili, e neppure accettabili.

In questa direzione, pur sempre operando nella dimensione provinciale, abbiamo messo in campo diverse azioni e strumenti (iniziative, piani e progetti) finalizzati anche ad attrezzare il territorio in un'ottica di adattamento al clima e di contrasto agli effetti diretti e indiretti del surriscaldamento.

Tra questi possiamo citare:

- il massimo contenimento del consumo di suolo agricolo (immagazzinatore di carbonio e fornitore di numerosi servizi ecosistemici) praticato attraverso, non solo l'applicazione degli obiettivi di contenimento del *Piano territoriale di coordinamento provinciale* (Ptcp), ma anche nella costante e quotidiana attività



FOTO: COMUNE REGGIO EMILIA

- di affiancamento e coordinamento dei Comuni, nella valutazione delle varianti urbanistiche, oltre che nell'esame dei progetti di opere (siano essi campi fotovoltaici od opere viarie) in qualità di autorità competente in materia ambientale
- l'adozione del *Piano energetico provinciale*, oggi in fase di valutazione ambientale, la cui finalità principale è rappresentata dall'*efficienza energetica*, e che contiene 6 strategie e azioni: riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente e dei sistemi urbani e territoriali; efficienza energetica del sistema produttivo, verso un'economia a basse emissioni; mobilità sostenibile; reti energetiche (*smart grid in smart cities*); sviluppo fonti energetiche rinnovabili (Fer) e inserimento ambientale-paesaggistico e territoriale degli impianti; diffusione delle conoscenze e della "cultura energetica", ricerca e innovazione
- il coordinamento territoriale nell'iniziativa *Patto dei Sindaci* (tutti i Comuni della Provincia di Reggio Emilia entro un anno saranno dotati di un proprio *Piano d'azione per l'energia sostenibile*, Paes)
- l'approvazione di un *Piano d'ambito di gestione dei rifiuti urbani* e la sua attuazione a partire dalla realizzazione (progettazione definitiva in corso) di un impianto di Tmb e di un impianto di recupero energetico del biogas da rifiuti urbani,

che consentiranno di minimizzare i rifiuti conferiti a smaltimento e massimizzare il recupero di materia

- l'approvazione di uno specifico *Programma di messa in sicurezza idraulica e idrogeologica del territorio provinciale*, ma anche altri progetti quali il *Progetto difesa attiva dell'Appennino*, gli interventi per la risoluzione delle criticità idrauliche della pianura, quali ad esempio l'ampliamento delle casse di espansione del fiume Secchia, e l'attuazione della "direttiva alluvioni" (Dir. 2007/60/CE)

- l'implementazione di politiche per la conservazione della biodiversità (con la redazione dei Piani di gestione dei siti di Rete Natura 2000 ecc.).

I punti appena elencati possono essere riassunti in quello che qualcuno ha definito il "*restauro italiano*", un vero e proprio piano di piccole opere fondato su quattro pilastri: riqualificazione energetica, recupero delle aree industriali dismesse, la cura delle aree rurali in abbandono (come primo strumento per difendere il suolo dai dissesti) e ristrutturazioni antisismiche.

## Mirko Tutino

Assessore Pianificazione e ambiente  
Provincia di Reggio Emilia

# L'AUTO ELETTRICA IN ITALIA, E PUR SI MUOVE

NEL 2012 IN NORVEGIA, FRANCIA E ITALIA LA QUOTA DI IMMATRICOLAZIONI DI SOLE AUTO ELETTRICHE HA RAGGIUNTO RISPETTIVAMENTE IL 2,8%, LO 0,3% E LO 0,04% (POCO PIÙ DI 500 VEICOLI). CI SONO SEGNALI DI CRESCITA, MA OCCORRONO INFRASTRUTTURE DI RICARICA VELOCE. L'ESPERIENZA DI LOGINET SRL SULL'AUTOSTRADA A8 MILANO-VARESE.

Con una quota di 10.899 veicoli ibridi ed elettrici immatricolati nei primi 9 mesi del 2013 (elaborazione Gmi su dati Unrae<sup>1</sup> 2013), la mobilità elettrica rappresenta ancora una quota residuale nel panorama automobilistico italiano, soprattutto se confrontata con quanto avviene in Norvegia e in Francia, dove la quota di immatricolazioni di sole auto elettriche complessivamente nel 2012 ha raggiunto rispettivamente il 2,8% e lo 0,3% (in Italia nello stesso anno le auto elettriche rappresentavano lo 0,04 del totale, poco più di 500 veicoli, *Smart grid report 2013*<sup>2</sup>). Non mancano però, anche per l'Italia, dei segnali incoraggianti; nonostante il calo generale delle nuove immatricolazioni tra 2012 e 2013 (meno 8,3%, dato riferito ai primi nove mesi dei due anni, elaborazione Gmi su dati Unrae 2013), il numero totale di veicoli elettrici e ibridi immatricolati è più che raddoppiato.

La crescita maggiore è comunque quella collegata ai veicoli ibridi che passano dallo 0,39% dei primi nove mesi del 2012 all'1,03% dello stesso periodo 2013. Questi dati sembrano ulteriormente confermare quelli che sono generalmente riconosciuti come i due principali limiti del settore (soprattutto relativamente alla mobilità privata) e cioè da un lato il ruolo degli incentivi pubblici (si veda in proposito l'interessante analisi riportata nello *Smart grid report 2013* circa gli strumenti di incentivazione in Norvegia e le attuali condizioni per gli incentivi in Italia disponibili dallo scorso marzo e per tutto il 2015), e dall'altro il problema tecnologico (ricarica lenta o veloce e compatibilità dei sistemi), infrastrutturale (diffusione delle colonnine di ricarica) e psicologico (paura di "restare a piedi") legato all'autonomia dei veicoli elettrici.

Se per quanto riguarda l'aspetto psicologico è opportuno ricordare che la percorrenza media di un veicolo in Italia si attesta tra i 50 e 60 km al giorno (i veicoli elettrici offerti sul mercato nel 2013 hanno autonomie comprese tra gli 80 e i 210 km),

è da riscontrare come, anche per quanto riguarda la diffusione delle infrastrutture di ricarica, l'Italia, con i suoi 458 punti di ricarica pubblici, concentrati tra le province di Roma Firenze e Milano, non si dimostra all'altezza della sfida della mobilità elettrica. Fortunatamente anche per quel che riguarda questo aspetto, qualcosa sta cambiando anche grazie all'affermarsi di nuove realtà che operano in questo campo. È il caso di Loginet, azienda specializzata in ingegneria, consulenza e automazione con esperienza trentennale nel campo della mobilità e dei trasporti, che si è proposta dal 2013 nel crescente mercato della mobilità elettrica come partner tecnologico per la progettazione, la fornitura e l'assistenza di flotte di veicoli elettrici e infrastrutture di ricarica a supporto delle flotte.

Loginet, con la Fondazione *eV-Norw!* in partnership con Autogrill e Nissan, ha progettato la prima colonnina di ricarica rapida per veicoli elettrici in rete autostradale, operativa presso l'area di servizio Villoresi Est sulla A8, che permette la ricarica di un veicolo in 25 minuti. La versione installata è la prima in Italia a doppia tecnologia di ricarica rapida, sia in corrente alternata per la ricarica lenta che in corrente continua per la ricarica veloce secondo il protocollo standard CHAdeMO (*CHArge de MOve*), associazione per la promozione dello sviluppo delle auto elettriche attraverso la



FOTO: LOGINET

diffusione di stazioni di ricarica rapida in tutto il mondo e la standardizzazione delle tecnologie di ricarica.

Una curiosità: il termine CHAdeMO gioca sull'assonanza con la frase giapponese "Ocha demo ikaga desuka", che significa "prendiamo un tè mentre ci ricarichiamo". Nel nostro caso vanno bene anche un classico Camogli e una bibita.

**Ilaria Bergamaschini**

Green Management Institute

## NOTE

<sup>1</sup> Unione nazionale rappresentanti autoveicoli esteri, [www.unrae.it](http://www.unrae.it).

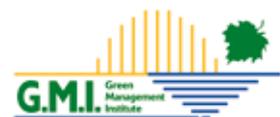
<sup>2</sup> <http://www.energystrategy.it/report/smart-grid.html>, scaricabile previa registrazione.

## GMI, LE RICERCHE

GMI svolge attività per enti pubblici e per aziende su temi come l'analisi delle implicazioni economiche delle innovazioni ambientali o l'implementazione degli acquisti verdi, oltre a sviluppare progetti di posizionamento strategico legati al fattore ambientale o realizzare rapporti di sostenibilità.

GMI collabora con Ecoscienza, selezionando casi di eccellenza del sistema industriale, per promuovere una cultura che affianchi alle variabili classiche della gestione aziendale il tema della sostenibilità dei processi, dei prodotti e nella comunicazione al mercato.

Green Management Institute  
[www.greenmanagement.org](http://www.greenmanagement.org)



# RISCHI E OPPORTUNITÀ PER L'EMILIA-ROMAGNA

LE STRATEGIE DI ADATTAMENTO E DI MITIGAZIONE, A PARTIRE DAGLI ORIENTAMENTI DELL'UNIONE EUROPEA, DOVRANNO RISPONDERE AI RISCHI EMERSI. LE RISPOSTE A LIVELLO REGIONALE E LOCALE POSSONO ESSERE UN INCENTIVO VERSO UN NUOVO MODELLO DI SVILUPPO. NON TUTTI GLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SARANNO NEGATIVI.

“*Il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile e dal 1950 molti dei cambiamenti osservati sono senza precedenti*” si legge nel Sommario per i decisori politici (Spm)<sup>1</sup> del V Rapporto di valutazione dell'Ipcc (Ar5).

La continua emissione di gas serra causerà ulteriore riscaldamento e i cambiamenti nel sistema climatico persisteranno per molti secoli (anche se le emissioni di CO<sub>2</sub> dovessero arrestarsi ora), chiamando la società e la politica a impegni sostanziali e permanenti nella lotta al cambiamento climatico. Diverse nazioni sono da tempo impegnate a studiare i fattori di questa nuova transizione climatica, energetica e sociale, ponendo le basi per le politiche di adattamento e per nuovi modelli di sviluppo coerenti con il cambiamento delle condizioni al contorno.

In Europa, secondo la *Piattaforma europea per l'adattamento climatico*<sup>2</sup>, 15 nazioni hanno adottato una *Strategia* o un *Piano nazionale di adattamento*.

In Italia con grave ritardo, nonostante tutte le competenze tecniche e scientifiche disponibili<sup>3</sup>, è stata solo recentemente presentata la proposta per una strategia di adattamento.

Una strategia di adattamento nazionale deve avere il ruolo di promuovere un generale aumento della resilienza del sistema paese nel suo complesso; in questo quadro il compito principale di una strategia regionale e locale è quello di garantire l'operatività di diverse strategie di adattamento a livello particolareggiato, per promuovere situazioni di tipo “win-win” e impedire che le singole azioni possano entrare in conflitto tra loro<sup>4</sup>.

Si osservano nel dettaglio impatti assai diversi causati dalle modifiche del clima, anche nelle regioni contigue situate in condizioni climatiche considerate omogenee dalla trattazione generale sui cambiamenti climatici; pertanto le risposte, soprattutto nel medio periodo, vanno pianificate e controllate con attenzione. Basta considerare ad esempio le condizioni di incremento del *deficit*

idrico climatico e i conseguenti differenti impatti determinati in Emilia-Romagna, con i corsi d'acqua appenninici, rispetto alla Lombardia, con i fiumi alpini; oppure si pensi alla popolazione esposta alle ondate di calore nell'area emiliano-romagnola rispetto alla popolazione esposta nell'area piemontese ecc. Non tutti gli impatti sono negativi: in alcuni casi si possono verificare opportunità di crescita economica, come ad esempio una maggior potenzialità produttiva per territori collinari e montani, o il possibile incremento della potenzialità di alcune fonti energetiche rinnovabili.

**Paolo Cagnoli, Michele Sansoni, Franco Zinoni**

Arpa Emilia-Romagna

## NOTE

<sup>1</sup> Ipcc (2013), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers*.

<sup>2</sup> Climate-Adapt, [climate-adapt.eea.europa.eu](http://climate-adapt.eea.europa.eu)

<sup>3</sup> Si veda Medri et al. (2013), citato in nota 5.

<sup>4</sup> Si veda Carraro et al. (2007), citato in nota 5.

<sup>5</sup> Basato su Breil M, Catenacci M, Travisi C (2007), *Impatti del cambiamento climatico sulle zone costiere: Quantificazione economica di impatti e di misure di adattamento, sintesi di risultati e indicazioni metodologiche per la ricerca futura*, Apat e Cmcc; Cacciamani C (2013) *Dall'europa*

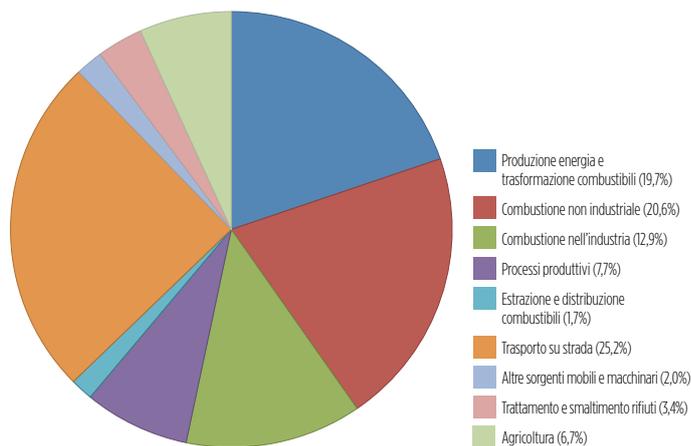


la strategia di adattamento al clima, “Ecoscienza” 2/2013; Carraro C, Crimi J, Sgobbi A (2007), *La valutazione economica degli impatti dei cambiamenti climatici in Italia e delle relative misure di adattamento*, Apat e Cmcc; Dipartimento per lo sviluppo e la coesione economica (2013), *Accordo di partenariato. Versioni in corso d'opera di alcune sezioni (9 aprile 2013)*; Eea (2012) *Key observed and projected climate change and impacts for the main regions in Europe*; Medri S, Venturini S, Castellari S (2013) *Overview of key climate change impacts, vulnerabilities and adaptation action in Italy*, Cmcc Research Paper; Tibaldi S (2010), *From climate change to adaptation plans and strategies: think global, act local*, Ancona, Act Conference 2010.

FIG. 1  
EMILIA-ROMAGNA,  
EMISSIONI CO<sub>2</sub> EQ.

Il contributo dei diversi settori alle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente nel 2010 (ultimi dati da inventario).

Fonte: Inemar 2010  
Arpa Emilia-Romagna.



OPPORTUNITÀ E RISCHI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN EMILIA-ROMAGNA <sup>5</sup>		
Tema	Rischi	Opportunità
<b>Agricoltura e sicurezza alimentare</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento della domanda di acqua</li> <li>• Riduzioni delle rese e della qualità delle produzioni di alcune specie agrarie</li> <li>• Nuovi parassiti e incremento nell'uso di pesticidi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allungamento della stagione di crescita delle colture e areali di coltivazione (modifica delle pratiche agronomiche)</li> <li>• Innovazione tecnologica con colture provenienti da areali tropicali</li> <li>• Incremento delle produzioni attraverso l'adattamento della tecnica agronomica</li> </ul>
<b>Pesca e acquacoltura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuzione della produttività (migrazioni degli stock di pesci, infezioni acquatiche, effetti negativi sui molluschi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adeguamento della quota di pescato alla disponibilità</li> <li>• Sviluppo pesca artigianale per recupero stagionalità del prodotto</li> </ul>
<b>Sistema economico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il costo dell'inazione è stimato maggiore di quello relativo all'adattamento</li> <li>• Generale riduzione del prodotto interno lordo nella prima metà del secolo</li> <li>• Rilevanti perdite economiche nella seconda metà del secolo</li> <li>• Investimenti e finanziamenti "rischiosi" sulle fonti fossili</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transizione verso una economia a basse emissioni di carbonio ("green economy") e verso una tassazione ambientale</li> <li>• Creazione di nuove opportunità di lavoro ("green jobs")</li> <li>• Investimenti in efficienza energetica, rinnovabili e innovazione</li> </ul>
<b>Turismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuzione dell'attrattiva turistica estiva, in particolare nelle zone costiere</li> <li>• Turismo invernale ridotto o più costoso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del turismo in altre stagioni (primavera, autunno) e verso zone più temperate (es. montagna)</li> <li>• Miglioramento competitività e capacità di attrazione delle destinazioni turistiche, attraverso valorizzazione sistemica e integrata di risorse e competenze territoriali</li> </ul>
<b>Salute e qualità dell'ambiente urbano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espansione degli habitat per vettori di malattie tropicali</li> <li>• Incremento della mortalità e del discomfort determinati da onde di calore</li> <li>• Maggiore difficoltà nella gestione del verde urbano per incremento dei costi (maggior irrigazione e maggiori sfalci)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuzione delle patologie determinate dalla basse temperature invernali</li> <li>• Diminuzioni di traumi determinati dai periodi con presenza di ghiaccio</li> <li>• Necessità di creare più spazi verdi per compensare le ondate di calore con maggiore vivibilità delle aree urbane</li> </ul>
<b>Energia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuzione potenzialità di sfruttamento della risorsa idroelettrica</li> <li>• Aumento della domanda di energia per condizionamento estivo (maggiore della potenziale riduzione dei consumi per riscaldamento invernale)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promozione di fonti rinnovabili (da filiere corte), generazione distribuita, cogenerazione e trigenerazione per la riduzione di emissioni serra e inquinanti</li> <li>• Includere l'adattamento nel quadro del Patto dei sindaci</li> </ul>
<b>Zone costiere</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del livello del mare e rischio di inondazioni</li> <li>• Maggiore erosione delle coste</li> <li>• Aumento della salinità negli estuari e nei delta, ingresso del cuneo salino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'incremento di energia delle onde può ridurre la formazione di condizioni di anossia e eutrofiche del mar Adriatico a favore della balneazione</li> </ul>
<b>Siccità</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del rischio di siccità</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicazione di tecniche di aridocoltura e di conservazione dell'acqua a favore di una maggiore stabilità delle risorse idriche negli anni e riduzione degli effetti del clima</li> </ul>
<b>Risorse idriche e rischio idrogeologico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuzione qualità e portata dei fiumi</li> <li>• Riduzione ricarica degli acquiferi</li> <li>• Alterazioni del regime idrogeologico e aumento del rischio (frane e inondazioni)</li> <li>• Concorrenza per l'approvvigionamento idrico tra diversi settori della società</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interventi di riduzione perdite di rete e sprechi, ottimizzazione dei consumi</li> <li>• Efficientamento degli usi nei vari settori</li> <li>• Diversificazione delle sorgenti di risorsa idrica</li> <li>• Maggiore interconnessione degli impianti e politica dei piccoli invasi</li> <li>• Miglioramento e/o ripristino graduale della capacità di ricarica delle falde acquifere.</li> <li>• Interventi che favoriscono la permeabilità del suolo e la conservazione delle risorse idriche</li> </ul>
<b>Biodiversità ed ecosistemi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdita di biodiversità ed ecosistemi</li> <li>• Aumento del rischio di incendi boschivi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protezione di risorse ambientali naturali, aree umide e zone di acque di transizione</li> <li>• Creazione di zone cuscinetto che proteggano le specie animali costrette a spostarsi</li> </ul>

# BUONI RISULTATI DAGLI INCENTIVI AL TRASPORTO FERROVIARIO

LA REGIONE EMILIA-ROMAGNA HA STILATO IL BILANCIO AMBIENTALE DEL PRIMO ANNO DI INCENTIVI DELLA LEGGE REGIONALE CHE PREVEDE INTERVENTI PER IL TRASPORTO FERROVIARIO DELLE MERCI.

**N**egli ultimi anni si parla sempre più spesso di inquinamento, di rispetto dell'ambiente e di riduzione delle emissioni, non tanto in virtù di una maggiore sensibilità ecologica, ma in quanto la salute dell'ambiente è strettamente legata alla salute dell'uomo. Numerose sono le iniziative a partire dal livello europeo fino ad arrivare a quello locale per cercare di limitare i consumi energetici e le relative emissioni inquinanti, e diversi sono i campi di applicazione. Solo i trasporti pesano circa un terzo sui consumi energetici complessivi<sup>1</sup>. Inoltre, se da un lato la perdurante crisi degli ultimi anni ha portato a una riduzione dei consumi complessivi di energia primaria e delle relative emissioni legate ai trasporti<sup>2</sup>, dall'altro ha messo a serio rischio tipologie di trasporto più rigide ma più sostenibili, come ad esempio il trasporto ferroviario delle merci. Nel corso del 2009, anno di approvazione della legge regionale n.15, la riduzione del trasporto merci su ferro era stata superiore al 25%, valore molto più alto rispetto alla contrazione dei traffici stradali, pari a circa il 10%.

La Regione ha quindi deciso di adottare subito disposizioni per contrastare il calo del traffico ferroviario, con l'obiettivo di incentivare traffici aggiuntivi su relazioni già esistenti e su nuove relazioni, riducendo così il numero di mezzi stradali pesanti in circolazione. La Regione ha così promulgato la Lr 15/09 con una duplice finalità, quella di raggiungere gli obiettivi ambientali imposti a livello comunitario-nazionale, e quella di sostenere i traffici ferroviari al fine di preservarli e incrementarli per evitare che finissero su gomma.

Nel 2012, a conclusione della rendicontazione del primo anno dei servizi ferroviari incentivati dalla Lr 15/09, è stato possibile raccogliere i dati che hanno portato alla realizzazione del bilancio ambientale relativo al primo anno di incentivi. Grazie al bilancio ambientale è stato possibile quantificare le emissioni legate al trasporto ferroviario e confrontare le stesse con le emissioni che sarebbero state generate nel caso di trasporto su gomma. Inoltre bisogna sottolineare che uno degli obiettivi della Lr 15/09 era quello

di promuovere traffici aggiuntivi, non a caso gli incentivi sono stati erogati solo a nuovi collegamenti o nel caso di traffici aggiuntivi su collegamenti esistenti. Per questo motivo nel bilancio ambientale non sono state calcolate le emissioni totali legate al trasporto ferroviario complessivo, ma solo il delta delle emissioni legate ai traffici aggiuntivi. Si è quindi proceduto a un confronto con le emissioni che si sarebbero ottenute in caso di mancanza di incentivi, cioè nel caso di trasporto su gomma. Considerando che il calcolo delle emissioni è influenzato da decine di parametri diversi, anche scollegati tra loro, non si ha la pretesa di arrivare a un calcolo preciso e assoluto delle emissioni, ma l'obiettivo è capirne l'ordine di grandezza e quanto può incidere la diversione modale sul bilancio complessivo.

Nel primo anno sono state movimentate quasi 2.700.000 tonnellate aggiuntive. Il calcolo delle emissioni è stato fatto utilizzando Ecotransit, strumento che confronta le emissioni e il consumo di energia tra diverse modalità di trasporto:

treno, camion, nave, aereo. La metodologia di Ecotransit è stata sviluppata da Ifeu<sup>3</sup>, istituto di ricerca tedesco sull'energia e l'ambiente su iniziativa delle principali società ferroviarie europee tra cui Trenitalia spa<sup>4</sup>. Attraverso una piattaforma web è stato possibile inserire i dati relativi alla merce trasportata e impostare diversi parametri, tra cui l'O/D (che viene calcolata su un vero tracciato ferroviario), la tipologia di merce, la catena di trasporto, la tipologia di trazione (nel caso di treni), la tipologia di treno (tramoggia, ferrocisterna, trasporto container ecc.), il peso, il fattore di carico, quello dei viaggi a vuoto. Dopo aver inserito, i dati il modello ha generato i consumi di energia primaria e dei principali inquinanti per ogni servizio incentivato. Si è quindi nuovamente fatto il calcolo delle emissioni ipotizzando che le stesse tonnellate aggiuntive di merce fossero trasportate con veicoli Euro 3<sup>5</sup> con una massa a pieno carico tra le 24 e le 40t. Tra l'altro in quest'ultimo caso, come fattore di carico si è ipotizzato lo stesso utilizzato nei treni, anche se dai dati

FIG. 1  
CONSUMI DI ENERGIA PRIMARIA

Stima dei consumi di energia primaria (kWh) nel primo anno di esercizio, solo sui traffici aggiuntivi incentivati dalla Lr 15/09.

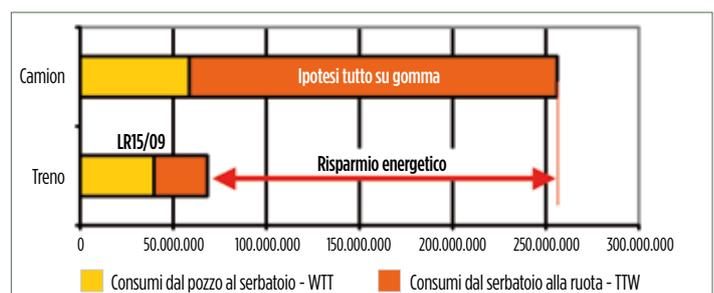
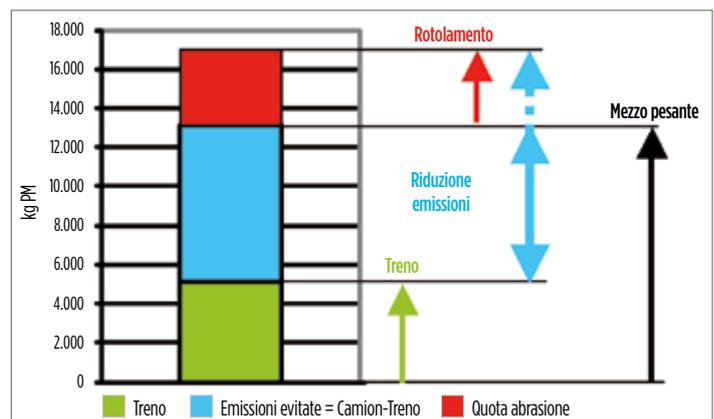


FIG. 2  
POLVERI SOTTILI

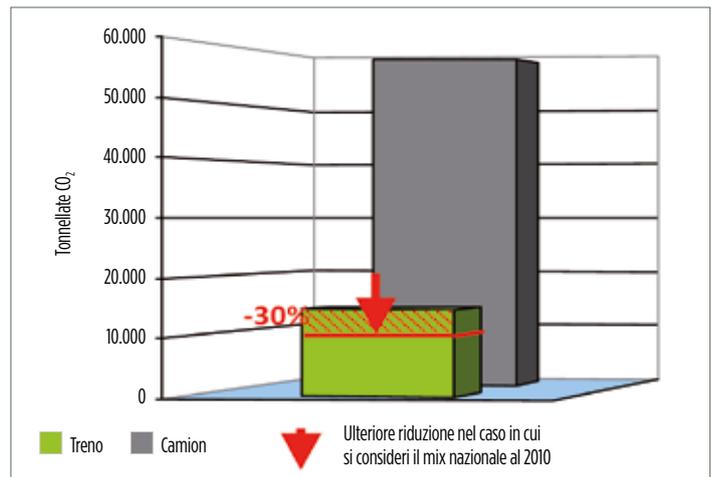
Confronto emissioni polveri sottili tra treno e camion e riduzione dell'emissione in atmosfera. Il bilancio si riferisce al totale delle polveri del primo anno.



statistici risulta che mediamente per i mezzi pesanti siano inferiori. I consumi di energia primaria e le relative emissioni sono state ripartite dal modello nell'ambito dell'intera catena di approvvigionamento e consumo, per cui sono state divise dal pozzo al serbatoio (Wtt, *Well To Tank*) e dal serbatoio alla ruota (Ttw, *Tank To Wheel*), seguendo l'ipotetico ciclo di vita del carburante. Come si può notare dall'istogramma in figura 1, trasportare le merci su ferro consente un risparmio di circa il 75% dell'energia primaria. Detto in altri termini significa che trasportare le merci su gomma provoca un consumo di energia primaria quattro volte superiore al trasporto su ferro, a parità di tonnellate movimentate. Da questo punto di vista si può notare come l'incentivo equivale nel solo primo anno a un risparmio di quasi 190 GWh, pari al consumo di circa 70.000 famiglie in un anno<sup>6</sup>, cioè il consumo annuale di una cittadina media di provincia. Inoltre, considerando che il costo dell'energia elettrica nel 2010 era pari a circa 0,168 euro/kWh<sup>7</sup>, risulta che il risparmio totale introdotto dalla legge, in termini di bolletta energetica sarebbe superiore ai 32 milioni di euro, a fronte di un investimento iniziale di 1,5 milioni di euro<sup>8</sup>. Per il calcolo delle emissioni inquinanti dei treni elettrici (tipologia prevalente), il modello considera le emissioni provenienti dal mix nazionale del 2005, ma oggi e già nel 2010 il valore era decisamente migliorato. Quindi i benefici sono ulteriormente sottostimati. Per quanto riguarda le polveri sottili, non sono state prese in considerazione le emissioni legate all'abrasione e al rotolamento, che nel caso di trasporto su gomma possono raggiungere valori in termini percentuali anche piuttosto alti<sup>9</sup>. Come si può notare dalla figura 2, le emissioni legate al trasporto su gomma risultano tre volte superiori rispetto al trasporto su ferro. Inoltre, se si considerassero le emissioni legate all'abrasione e al rotolamento, il beneficio ambientale sarebbe ancora superiore. I livelli di CO<sub>2</sub> (figura 3) sono calcolati da Ecotransit sempre su base dati 2005. Ad esempio, oggi i livelli di emissioni di CO<sub>2</sub> legati alla produzione di energia elettrica sono passati a livello nazionale dai 640gCO<sub>2</sub>/kWh del 2005 ai 450gCO<sub>2</sub>/kWh del 2010, con un calo di circa il 30% delle emissioni. Per cui al valore totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al trasporto ferroviario andrebbe tolto un ulteriore 30%<sup>10</sup>. Infine è stato fatto un confronto tra le emissioni totali di alcuni inquinanti a livello regionale e le stime di riduzione

FIG. 3  
EMISSIONI CO<sub>2</sub>

Confronto emissioni di CO<sub>2</sub> complessive relative alle tonnellate aggiuntive nel caso di trasporto su ferro e gomma.



TAB. 1  
RIDUZIONE  
DI EMISSIONI

Confronto riduzioni emissioni Lr 15/09 con le emissioni regionali legate ai veicoli pesanti >35 t e con il totale del comparto trasporti della Regione Emilia-Romagna.

	SO <sub>2</sub> (kg/a)	NOx (kg/a)	CO <sub>2</sub> (ton/a)	CO <sub>2</sub> eq (ton/a)	PM (kg/a)
Emissioni risparmiate Lr 15/09 (gomma-ferro)	6.985	407.965	44.536	46.265	8.235
Percentuale risparmio su emissioni totali dei mezzi pesanti in Emilia-Romagna	5,84%	1,06%	1,22%	1,25%	0,45%
Percentuale risparmio su emissioni totali del comparto trasporti in Emilia-Romagna	1,89%	0,67%	0,35%	0,36%	0,18%

frutto della diversione modale incentivata dalla Lr 15/09. Al fine di capire meglio il peso dell'incentivo sulla diversione modale, le riduzioni di emissioni sono state confrontate anche con le tipologie di veicoli che le avrebbero direttamente generate, e cioè i mezzi pesanti. Si precisa che il confronto ha il solo scopo di capire l'ordine di grandezza, in quanto, per le modalità di calcolo e la tipologia di inquinante misurato, non tutti i valori sono direttamente paragonabili. Dalla tabella 1 si può notare come i valori percentuali tra le emissioni totali del comparto trasporti e quelle relative ai soli mezzi pesanti siano del tutto simili. Questo fa capire il grosso peso che hanno i mezzi pesanti sul totale delle emissioni, nonostante siano in numero ridotto rispetto al totale dei mezzi circolanti. Oltre alle emissioni legati ai principali inquinanti sono state calcolate anche le esternalità generate dal trasporto in termini di congestione, inquinamento atmosferico e acustico, alle emissioni di gas climalterante ecc. Il calcolo delle esternalità è stato realizzato utilizzando lo strumento di calcolo messo a disposizione dalla Commissione europea nell'ambito della *call for proposals 2011* di Marco Polo II e per il primo anno i benefici superano gli 11.600.000 euro a fronte di una spesa di poco superiore 1.500.000 euro.

**Tommaso Simeoni**

Collaboratore della Regione Emilia-Romagna, Direzione generale Reti infrastrutturali, logistica e sistemi di mobilità

**NOTE**

- <sup>1</sup> Enea, *Energia, ambiente ed innovazione*, 1/2012.
- <sup>2</sup> Dati Eurostat.
- <sup>3</sup> Institut für Energie und Umweltforschung.
- <sup>4</sup> Elenco delle imprese ferroviarie promotrici di Ecotransit: DB Schenker Rail, Schweizerische Bundesbahnen (Sbb), Green Cargo Aa, Trenitalia spa, Société Nationale des Chemins de Fer Français (SnCF), Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (Renfe) e Société Nationale des Chemins de fer Belges (SnCB).
- <sup>5</sup> Si tratta dei mezzi che secondo i dati della Motorizzazione civile erano i più diffusi nel 2010.
- <sup>6</sup> Ipotizzando un consumo di 2.700 kWh/anno per famiglia. Fonte: Enel.
- <sup>7</sup> Dato riferito al 01/10/2012. Fonte: [www.autorita.energia.it/it/electricita/prezzirif.htm](http://www.autorita.energia.it/it/electricita/prezzirif.htm).
- <sup>8</sup> Bisogna considerare che l'incentivo iniziale di 3 milioni di euro si è ridotto a 1.527.320,69, in quanto alcuni servizi non sono stati avviati e altri non hanno raggiunto il numero minimo di treni.
- <sup>9</sup> Secondo uno studio di Arpav, circa il 32% del PM<sub>10</sub> totale misurato è causato da abrasione così ripartita: 41% strada, 23% freni, 36% gomme.
- <sup>10</sup> Si noti come a livello regionale i valori di emissione di CO<sub>2</sub> per kWh prodotti erano già nel 2004 molto inferiori rispetto alla media nazionale. Infatti il valore di emissione di CO<sub>2</sub> per la produzione di energia elettrica era di 380gCO<sub>2</sub>/kWh. Ovviamente tale valore non può essere preso in considerazione per il trasporto ferroviario, perché ha caratteristiche decisamente sovra regionali. Fonte: Piano energetico regionale.

# LEGISLAZIONE NEWS

A cura di Giovanni Fantini, Maria Elena Boschi e Matteo Angelillis • Area Affari istituzionali, legali e diritto ambientale - Arpa Emilia-Romagna

## DISEGNO DI LEGGE DI STABILITÀ: ANCORA NOVITÀ CON IL “COLLEGATO AMBIENTALE”

Contestualmente al disegno di legge di stabilità (attualmente all'esame del Senato) il Consiglio dei ministri ha approvato un disegno di legge collegato contenente nuove misure in materia ambientale. Tra le disposizioni di maggior rilievo vi sono quelle relative alle agevolazioni per il ricorso agli *appalti verdi* e alla *semplificazione* di alcune procedure di autorizzazione.

Con riferimento agli appalti verdi, si prevede che gli operatori economici che partecipano ad appalti pubblici e sono muniti di registrazione Emas o di marchio Ecolabel fruiscono della riduzione del 20% della cauzione a corredo dell'offerta e della garanzia di esecuzione prestata dall'aggiudicatario.

Per quanto attiene invece agli interventi di semplificazione, per i casi in cui per la realizzazione di un'opera è richiesta sia l'Aia che la Via il documento propone l'unificazione dei due procedimenti in un unico iter autorizzativo nel quale siano valutati, mediante un'unica commissione suddivisa in sottocommissioni, i profili localizzativi e di impatto ambientale del nuovo progetto nonché quelli attinenti alla gestione dell'impianto da realizzare.

Ulteriori misure riguardano poi le emissioni in atmosfera e la disciplina dell'inquinamento acustico. Relativamente al primo profilo, il disegno di legge prevede l'esenzione dall'autorizzazione per le emissioni in atmosfera per una serie di impianti a inquinamento scarsamente significativo; quanto alle modifiche in materia di inquinamento acustico, con il provvedimento in questione si propone di aggiungere una nuova tipologia di sorgente sonora assimilabile alle avio superfici.

Tuttavia, poiché si tratta di un documento non ancora definitivo, è ragionevole ritenere che i contenuti della versione attualmente all'esame del Parlamento possano subire modifiche in sede di approvazione del testo finale.

## UNA NUOVA TAPPA NEL LUNGO PERCORSO DI ATTUAZIONE DEL SISTRI

Legge 30 ottobre 2013, n. 125 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 31 agosto 2013, n. 101, recante disposizioni urgenti per il perseguimento di obiettivi di razionalizzazione nelle pubbliche amministrazioni” (GU n. 255 del 30 ottobre 2013). Circolare Mattm n. 1 del 31 ottobre 2013 in [www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)

Nuovo intervento normativo sull'avvio del Sistri: con la legge di conversione del DL 101/2013 viene confermata la data di inizio dell'operatività del Sistri (1 ottobre 2013), ma nel contempo è prorogato fino al 1 agosto

2014 il c.d. “periodo binario”, ossia il periodo di convivenza della nuova e della precedente disciplina. Contestualmente alla conversione del decreto legge, il ministero dell'Ambiente e per la tutela del territorio e del mare (Mattm) ha emanato una circolare esplicativa con la quale sono stati forniti chiarimenti sui soggetti obbligati all'adesione al Sistri, sul coordinamento degli obblighi dei soggetti iscritti e di quelli non iscritti, nonché sul regime transitorio applicabile al periodo antecedente la piena entrata in vigore del sistema. Per tutta la durata del “periodo binario” (quindi fino alla completa operatività del sistema), nei confronti dei soggetti obbligati ad aderire non trovano applicazione le sanzioni previste dagli articoli 260-bis e 260-ter, del Dlgs 152/2006 relative agli adempimenti del Sistri; tuttavia, al fine di garantire comunque una tracciabilità dei rifiuti, per lo stesso periodo continuano ad applicarsi i preesistenti adempimenti e obblighi previsti dagli articoli 188, 189, 190 e 193 del Dlgs 152/2006 nella formulazione previgente alle modifiche apportate dal Dlgs 205/2010, oltre che le relative sanzioni. Poiché la fase appena avviata ha carattere sperimentale (nonostante siano passati ben quattro anni dall'istituzione del Sistri), il ministero si è impegnato a garantire il monitoraggio del sistema e a procedere periodicamente ai necessari interventi di semplificazione e ottimizzazione.

## GLI ISPETTORI DI ISPRA SONO UPG

Decreto legge 4 giugno 2013, n. 61 conv. in legge 3 agosto 2013, n. 89 “Nuove disposizioni urgenti a tutela dell'ambiente, della salute e del lavoro nell'esercizio di imprese di interesse strategico nazionale” (GU n. 129 del 4 giugno 2013).

Con il provvedimento in questione – che ha modificato l'art. 1, comma 3 del d.l. n. 207/2012 – è stata riconosciuta esplicitamente la qualifica di Ufficiale di polizia giudiziaria agli ispettori di Ispra che svolgono attività di vigilanza in stabilimenti di interesse strategico nazionale.

Sebbene l'intervento normativo riguardi una fattispecie specifica e circoscritta, è evidente

che si tratta di una novità per il personale di Ispra e di un elemento significativo anche nella complessa e dibattuta questione relativa all'attribuzione della qualifica di Upg agli operatori delle Agenzie ambientali.

## RIFORMA DELL'ORDINAMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE: COSTITUITO IL NUOVO COMITATO OPERATIVO

Dpcm 8 agosto 2013 “Nuova costituzione e modalità di funzionamento del Comitato operativo della protezione civile” (G.U. n. 244 del 17 ottobre 2013).

Nuova tappa nel percorso di attuazione della riforma della protezione civile: con tale provvedimento viene disciplinato ex novo il Comitato operativo sia sotto il profilo della composizione che del funzionamento. Tale Comitato opererà presso il Dipartimento della protezione civile della Presidenza del Consiglio dei ministri con funzioni di dirigenza e coordinamento delle attività di emergenza.

La nuova disciplina contenuta nel provvedimento in questione sostituisce i preesistenti decreti in materia, i quali devono conseguentemente ritenersi abrogati.

## GLI IMPIANTI A BIOMASSE NON SONO SOGGETTI A “SCREENING”

Tar Emilia-Romagna, Parma, sentenza 25 luglio 2013, n. 236 in [www.reteambiente.it](http://www.reteambiente.it)

Con questa pronuncia il Tar della nostra Regione, richiamando un precedente del Consiglio di stato, ha affermato che l'esercizio degli impianti a biogas deve ritenersi unicamente subordinato all'autorizzazione unica di cui al Dlgs 387/2003 senza necessità di esperimento di alcuna procedura di *screening* ai sensi del Dlgs 152/2006; ciò in ragione del fatto che, ad avviso dei giudici, tali impianti non possono essere qualificati come “industrie insalubri” di trattamento e/o smaltimento di rifiuti poiché gli elementi organici introdotti non vengono smaltiti né trattati, ma servono soltanto per avviare l'attività di decomposizione delle sostanze immesse ai fini della produzione energetica.



www.protezionecivileemilia-romagna.it

## LIBRI

Libri, rapporti, pubblicazioni di attualità - A cura di Daniela Raffaelli, redazione Ecoscienza



### QUALITÀ DELL'AMBIENTE URBANO IN ITALIA

IX Rapporto Ispra, Edizione 2013

Ispra, 2013  
Disponibile on line  
<http://www.isprambiente.gov.it>, <http://bit.ly/17jXtC3>

Presentato lo scorso ottobre a Roma, e realizzato con la collaborazione del sistema delle Agenzie ambientali regionali e provinciali, il rapporto mostra una *riduzione generalizzata delle emissioni*

*inquinanti nelle città*, ma il permanere di criticità per i parametri  $PM_{10}$  e biossido di azoto, in particolare nelle città del Centro-Nord, in Campania e Sicilia; più diffuso il superamento dei valori soglia per l'ozono. Si conferma la tendenza alla *diminuzione del numero di autovetture private* nelle otto città più grandi, con la sola rilevante eccezione di Roma. In tema di consumi idrici, per le 60 città esaminate sulla base di dati Istat, *il valore medio del consumo di acqua per uso domestico diminuisce* nel 2011 di circa il 14,5% rispetto al 2000. La più alta percentuale di riduzione dei consumi si registra a Monza seguita da Parma, Piacenza, Genova, Torino e Novara.

*Crescono le superfici artificiali e impermeabili*: nel complesso le 51 aree comunali soggette a monitoraggio hanno cementificato un territorio pari a quasi 220.000 ettari (quasi 35.000 solo a Roma), con un consumo di suolo giornaliero pari a quasi 5 ettari di nuovo territorio perso ogni giorno. La maggior parte dei Comuni indagati ha destinato a *verde pubblico* meno del 5% della propria superficie; a Messina, Cagliari e Venezia le più alte quote di aree naturali protette, fondamentali per la conservazione della biodiversità urbana.

Anche in questa edizione – che comprende un focus interamente dedicato alle risorse idriche in ambito urbano – la raccolta di dati proposti rappresenta la migliore e più aggiornata informazione consolidata disponibile sulla qualità dell'ambiente urbano in Italia che il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente garantisce dal punto di vista tecnico-scientifico.

Tra le *novità*, l'ampliamento dello studio a 9 nuovi capoluoghi di provincia (Alessandria, La Spezia, Como, Treviso, Pistoia, Pesaro, Caserta, Barletta, Catanzaro), per la scelta dei quali si è mantenuto il criterio demografico selezionando per regione il comune più popoloso fra quelli con popolazione oltre i 70.000 abitanti. Insieme ai capoluoghi trattati nelle edizioni precedenti, il numero complessivo delle città considerate arriva così a 60.

### IN BREVE

Pubblicato a luglio 2013 l'ottavo rapporto *Gli indicatori del clima in Italia* realizzato da Ispra e dalle Agenzie per l'ambiente. Il rapporto illustra l'andamento del clima nel 2012 e aggiorna la stima delle variazioni climatiche negli ultimi decenni in Italia. Il rapporto, disponibile sul sito di Ispra ([www.isprambiente.gov.it/](http://www.isprambiente.gov.it/)), si basa in gran parte su indicatori derivati dal Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati climatologici di interesse ambientale (Scia, [www.scia.sinanet.apat.it](http://www.scia.sinanet.apat.it)).

Nell'ambito del progetto *Alta via dei Parchi*, la Regione Emilia-Romagna ha realizzato alcune pubblicazioni dedicate: la guida *Alta Via dei Parchi. Un lungo cammino nell'Appennino settentrionale*, il depliant in italiano e in inglese, il taccuino dell'escursionista, il cofanetto con la cartografia (8 carte a scala 1:50.000). Info su come acquistare il materiale sul sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it> (<http://bit.ly/HTOpOI>).



### STATE OF THE WORLD 2013

È ancora possibile la sostenibilità?

Worldwatch Institute, a cura di Gianfranco Bologna  
Edizioni Ambiente, 2013  
464 pp., 22,00 euro

Ogni giorno abbiamo a che fare con prodotti "sostenibili" e con attività "verdi". Perlopiù si tratta di soluzioni leggermente meno dannose rispetto alle alternative convenzionali.

Così, tutto è diventato *sostenibilablàblà*. È arrivato il momento di "rottamare" questo concetto oppure possiamo trovare un modo più accurato per valutare la sostenibilità?

In *State of the World 2013* scienziati, esperti di politica ed economia e leader internazionali affrontano la questione, cercando di ridare un senso al termine "sostenibilità" per superarne la mera visione di strumento di *marketing*.

Nel farlo, gli autorevoli contributors che hanno preso parte alla realizzazione del volume definiscono parametri di valutazione chiari e analizzano le politiche e le azioni che ci possono mettere sulla strada della prosperità senza intaccare il benessere delle generazioni future. In caso di fallimento, dovremo preparare le nostre società al declino ambientale e all'esaurimento delle risorse, rafforzando la democrazia, la resilienza e la protezione del patrimonio culturale.

In uno scenario caratterizzato da conflitti sempre più accesi e massicci flussi migratori. È ancora possibile la sostenibilità? La risposta ci riguarda tutti, e molto da vicino.

*Worldwatch Institute*, fondato nel 1974, è considerato il più autorevole centro di studi interdisciplinari sui trend ambientali del nostro pianeta. L'Istituto ha come obiettivo quello di favorire il passaggio verso una società sostenibile, in cui dare risposta ai bisogni umani senza minacciare la sopravvivenza dell'ambiente naturale e le prospettive delle generazioni future. Gianfranco Bologna cura da 26 anni l'edizione italiana dello *State of the World*. È direttore scientifico e Senior Advisor del Wwf Italia; è segretario generale della sezione italiana del Club di Roma, Fondazione Aurelio Peccei.

### OVERVIEW OF KEY CLIMATE CHANGE IMPACTS, VULNERABILITIES AND ADAPTATION ACTION IN ITALY

Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc), 2013

75 pp., disponibile on line  
<http://www.cmcc.it>, <http://bit.ly/18rUxnk>

Il Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici ha pubblicato lo scorso luglio una panoramica dei principali impatti dei cambiamenti climatici, delle vulnerabilità e delle azioni di adattamento in Italia. Si tratta di una vasta rassegna delle conoscenze, delle politiche e delle azioni di adattamento in corso nel paese, comprese le prime valutazioni sui costi degli impatti e delle azioni di adattamento.

Il primo capitolo illustra le sfide attese per i settori chiave del paese in ambito socio-economico e ambientale; il secondo capitolo illustra le iniziative anche di carattere legislativo che, settore per settore, danno un quadro dell'approccio italiano alla strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. La pubblicazione contiene anche un *Executive Summary*, una serie di allegati con informazioni supplementari e un glossario.

# EVENTI

A cura di Daniela Raffaelli, redazione Ecoscienza

## INAUGURATA L'IDROVIA FERRARESE

È arrivata a Porto Garibaldi il 23 ottobre la prima nave da crociera grazie ai lavori di riqualificazione dell'idrovia ferrarese. I passeggeri della *Deutschland*, nave da crociera tedesca della compagnia Peter Deilmann GmbH, hanno raggiunto, a bordo di tender, lo scalo di alaggio di Lido degli Estensi appena riqualificato.

L'attracco di imbarcazioni nel bacino, che versava da decenni in uno stato di degrado, è oggi possibile grazie alle opere di rimozione dei relitti, sistemazione e riqualificazione della zona, realizzate grazie ai lavori previsti dal progetto per l'allargamento del porto canale di Porto Garibaldi.

Il progetto Idrovia ferrarese prevede importanti opere di modernizzazione e di ampliamento del porto canale, per il quale sono impiegati fondi statali per 21 milioni di euro, e che saranno concluse entro l'estate 2014:

- una nuova darsena, inaugurata lo scorso 28 giugno
- una nuova *promenade* in banchina
- l'ammodernamento della darsena e delle banchine esistenti
- diverse opere accessorie per la riqualificazione dell'area.

Info: [www.progettoidroviaferrarese.it](http://www.progettoidroviaferrarese.it)



## 16 NOVEMBRE 2013 - 3 FEBBRAIO 2014 GENOVA

### 2050, IL PIANETA HA BISOGNO DI TE

La casa della scienza situata ai Magazzini del Cotone del Porto Antico di Genova, ospita la mostra del Science Museum di Londra che con un approccio interattivo e d'intrattenimento sviluppa il tema della sostenibilità della vita sul nostro pianeta. Con il supporto delle più moderne tecnologie, una rinnovata area multimediale e laboratori didattici tematizzati, la mostra è un'occasione per scoprire le strategie e le soluzioni che il futuro ci riserva per una vita più ecosostenibile.

La mostra è articolata in quattro sezioni, che esplorano e approfondiscono gli ambiti fondamentali su cui agire per migliorare il mondo di domani: l'alimentazione (*mangiare e bere*), dalle

risorse disponibili alle nuove prospettive aperte dall'innovazione tecnologica, tra cui Ogm e biotecnologie; il tempo libero (*divertirsi*), per comprendere come gli stili di vita (dal gioco alle vacanze alle comunicazioni) determinino uno specifico impatto ambientale; i trasporti (*spostarsi*) che sono in continua evoluzione verso nuovi mezzi e modalità, tra cui i nuovi carburanti; gli edifici (*abitare*) che, oltre a proteggerci dagli elementi naturali, conferiscono un senso di identità e di comunità.

Info: [www.wowscienza.it](http://www.wowscienza.it)

## 27 NOVEMBRE 2013 MILANO

### SCIENZA, RISCHIO E RESPONSABILITÀ

Incontro pubblico promosso da Università di Milano e Arpa Emilia-Romagna. Da Seveso all'Aquila, dall'Ilva alla Versilia, dai pesticidi sistemici all'uso dei gas nervini e dell'uranio impoverito, sono tanti gli aspetti e gli eventi che ogni giorno incrociano conoscenza, responsabilità e rischio. Quale accettabilità del rischio e chi la quantifica? Come applicare i principi di precauzione e di responsabilità? Come gestire la comunicazione? Questi e tanti altri temi, presentati nel primo forum promosso da *Ecoscienza* a Bologna lo scorso 12 giugno, sono al centro dell'incontro nel corso del quale è presentato e distribuito il numero 4/2013 della rivista di Arpa Emilia-Romagna che include il servizio *Scienza, responsabilità e governo: la conoscenza scientifica per un approccio etico nella società del rischio*.

Info: [www.arpa.emr.it](http://www.arpa.emr.it) - [www.ecoscienza.eu](http://www.ecoscienza.eu)

## 2-3 DICEMBRE 2013 ROMA

### ERA-ENVHEALTH OPEN CONFERENCE

Primo incontro della rete europea *Era-EnvHealth* sui temi più caldi riferiti ad ambiente e salute in Europa. Il progetto *Era-EnvHealth* è stato co-finanziato dalla Commissione europea per il periodo 2008-2012. Nel gennaio 2013, un certo numero di partner e istituzioni hanno creato la rete, come continuazione del progetto, concentrandosi sullo scambio delle informazioni, la comunicazione e il *follow-up* delle attività. Il Cnr italiano promuove questo primo incontro della rete che verterà su temi quali:

- l'integrazione tra scienza e politica: esperienze e strumenti
- scienze umane e sociali e attività per la salute
- tavola rotonda 2013, *l'anno di aria: le politiche seguono o anticipano le conoscenze scientifiche?*
- rilevazioni e diagnosi precoce, precauzione e prevenzione; come evitare di essere in ritardo
- ambiente e salute in Europa.

Tra gli altri interverranno anche Ispra e Arpa Emilia-Romagna.

Info: [www.era-envhealth.eu](http://www.era-envhealth.eu)

## 5-6 DICEMBRE 2013 VENEZIA

### E-FRAME ENVIRONMENTAL INDICATORS WORKSHOP

La Fondazione Eni Enrico Mattei (Feem), in collaborazione con l'Università di Siena, organizza l'iniziativa sugli indicatori ambientali, nell'ambito del progetto europeo e-Frame che mira a promuovere il dibattito sulla misurazione del benessere e il progresso delle società nei diversi stati membri, lo sviluppo di una rete europea e il sostegno di iniziative di misurazione da parte degli istituti nazionali di statistica. Tra gli obiettivi ci si propone di fornire una panoramica dello stato attuale degli indicatori confrontando punti di forza e debolezza delle metodologie tradizionali e di quelle più innovative.

Info: [www.feem.it](http://www.feem.it)

# ABSTRACTS

Translation by Stefano Folli

## P. 3 • THE COURAGE TO JUMP INTO THE FRAY

**Luca Mercalli**  
President, Società meteorologia italiana

## P. 8 • HUMANS ARE CHANGING CLIMATE. SCIENTISTS CONFIRM

The first volume of the Fifth Assessment Report (AR5) of IPCC represents a strong consolidation of the role of anthropogenic effects on the climate system. It confirms the magnitude of changes in the climate of the planet that have already occurred and those expected for the coming decades.

**Carlo Cacciamani**  
Arpa Emilia-Romagna

## P. 12 • THE ADAPTATION STRATEGY OF THE EUROPEAN UNION

For the European Union the mitigation of climate change is an established matter. The need to adapt its policies in pursuing sectoral initiatives in adaptation is a recently and rapidly evolving topic. Guidelines and objectives regard many different areas on which action is needed.

**Sara Venturini**  
Euro-mediterranean center on climate change  
www.cmcc.it

## P. 16 • ITALY TOWARDS THE NATIONAL ADAPTATION STRATEGY

The Italian Minister for the environment presented the proposal for a national strategy for adaptation to climate change, in line with the European strategy. Now a public consultation is open for the review. The process is expected to close in early 2014.

**Sergio Castellari**  
Euro-mediterranean center on climate change  
www.cmcc.it  
National Institute of geophysics and volcanology  
www.ingv.it

## P. 18 • THE MEDITERRANEAN BASIN AND THE BOUNDARIES OF CLIMATE

The Mediterranean area is particularly vulnerable as a "meteorological boundary" between mid-latitude and tropical areas. Climate change is a risk multiplier. Water, agriculture and tourism are the most critical factors. An interview with Antonio Navarra, president of the Euro-mediterranean center on climate change. Interview by **Giancarlo Naldi**, director of Ecoscienza

## P. 20 • NUMERICAL MODELING AND SCENARIOS OF CHANGE

The climate science lacks an experimental table to verify or refute hypotheses and theories. Numerical models try to overcome this difficulty and represent the most advanced tool to study the mechanisms that regulate the climate and to try to predict its evolution.

**Silvio Gualdi, Alessio Bellucci**  
Euro-mediterranean center on climate change  
www.cmcc.it

## P. 22 • FROM GLOBAL MODELS TO LIMITED AREA IMPACTS

Global climate models are the main tool to study climate variability. For the assessment of impacts, given the difference between the different change scenarios, a regionalization of the models is necessary. Arpa Emilia-Romagna is involved in several research projects.

**Rodica Tomozeiu**  
Arpa Emilia-Romagna

## P. 24 • "THINKING THE UNTHINKABLE" TO DEFEND US FROM THE UNUSUAL

Our technologically advanced and interconnected society helps us to defend ourselves from natural phenomena of strong intensity, but it is becoming more vulnerable to really unusual phenomena. "Thinking the unthinkable" becomes even more pressing, considering the rapidly changing climate scenario.

**Filippo Maimone**  
National Centre of Meteorology and aeronautical climatology, Aeronautica Militare (Italian Air Force)

## P. 26 • EXTREME EVENTS, EXTENT AND RECURRENCE

Severe weather fronts that cause floods and landslides, heat waves, long periods of intense cold, prolonged droughts are getting more and more frequent phenomena in Italy. Harm to people and to the infrastructure are often heavy. Risk is increasing because of climate change.

**Carlo Cacciamani**  
Arpa Emilia-Romagna

## P. 28 • IMPROVING THE ABILITY OF PREDICTION

Often disasters related to weather events are connected with some weather parameters exceeding a "threshold", almost always related to rare events. The ability of forecasting and early warning systems are increasing, but we need a further step in prevention.

**Renata Pelosini<sup>1</sup>, Simona Barbarino<sup>2</sup>**  
1. Arpa Piemonte  
2. Isac-Cnr

## P. 32 • HOW HYDROGEOLOGICAL RISK CHANGES

In Italy, the development of hydrogeological instability shows a progressive increase of risk for the population. An adequate monitoring action on the territory is necessary. Adaptation actions must consider the best balance between structural and non-structural actions.

**Roberto Rudari**  
Cima Foundation, www.cimafoundation.org

## P. 34 • HYDROGEOLOGICAL DEFENSE, A PROACTIVE APPROACH IS NECESSARY

Weather anomalies involve significant changes in the regime of river outflows. The design of defensive structures must be reviewed. A management based on prevention, protection and preparedness should be promoted.

**Maurizio Mainetti<sup>1</sup>, Silvano Pecora<sup>2</sup>**  
1. Regional Director of the Civil Protection Agency, Emilia-Romagna Region  
2. Arpa Emilia-Romagna

## P. 36 DOBBIACO, PROMOTING THE GREAT TRANSFORMATION

In Dobbiaco Conversations 2013, scholars and entrepreneurs illustrated a future that perhaps has already begun: the path towards a post-consumerist, post-fossil and post-growth society. Entrepreneurs have and will have a central role in this great transformation.

**Karl-Ludwig Schibel**  
Climate Alliance Italy, www.climatealliance.it

## P. 38 • ENVIRONMENTAL AGENCIES SUPPORT STRATEGY ELABORATION

Italian environmental agencies (Arpa) have a key role in the knowledge of the environment, thanks

to their monitoring networks and their ability to understand the phenomena and to predict their evolution. Such knowledge is essential for the development of strategies and the implementation of plans and programmes for mitigation and adaptation.

**Stefano Tibaldi**  
General director, Arpa Emilia-Romagna

## P. 40 • INVESTMENTS IN ADAPTATION, A NEW ECONOMIC CONSTANT

Adaptation to climate change will be carried out partly in a spontaneous way (private) and partly through support policies (public). One of the key principles that should guide the action of adaptation is the analysis of economic costs and benefits. The first estimates of the required investments on a global and local level.

**Emanuele Massetti**  
Fondazione Eni Enrico Mattei, www.feem.it  
Euro-mediterranean center on climate change  
www.cmcc.it

## P. 42 • THE BIRTH OF THE CLIMATE SERVICES MARKET

Considering climate change as inevitable, an economic sector related to adaptation will naturally emerge. The development potential, in Italy and abroad, is very high. The actions of the private sector are an important complement to those by the governments.

**Piero Pelizzaro**  
Kyoto Club

## P. 44 • COSTS AND BENEFITS OF DOING AND NOT DOING

The economic evaluation of pollution and climate change is necessary to define appropriate strategies for adaptation, taking into account costs and benefits. Environmental accounting techniques are not easy to apply, but they can improve the approach to the problem.

**Elisa Bonazzi, Paolo Cagnoli**  
Arpa Emilia-Romagna

## P. 46 • THE PROTECTION OF CROPS AND LIVESTOCK

The influences of climate change on agriculture and agri-food sector are very significant. An inadequate interaction between programming and strategies for adaptation and mitigation could jeopardize the stability of the system. Effective and coherent measures across different sectors and at different scales are necessary.

**Marco Bindi**  
University of Florence

## P. 48 • OPPORTUNITIES AND UNCERTAINTIES FOR AGRICULTURE

The risks for Italian agriculture resulting from global warming are mainly related to the water cycle, crop productivity, increased uncertainty. Several projects are studying adaptation measures to safeguard the crops and promote a new sustainability.

**Lucio Botarelli**  
Arpa Emilia-Romagna

## P. 50 • REDUCING GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN AGRICULTURAL SYSTEMS

The Life+ project Climate ChangER promotes the contribution of the agriculture of Emilia-Romagna

to climate mitigation, through an LCA study and the dissemination and adoption of best practices in partner companies. The focus is on crops for the food industry, fruit and livestock production.

**Carlo Malavolta<sup>1</sup>, Roberta Chiarini<sup>1</sup>, Guido Violini<sup>1</sup>, Milena Breviglieri<sup>1</sup>, Vittorio Marletto<sup>2</sup>**

1. Emilia-Romagna Region  
2. Arpa Emilia-Romagna

**P. 52 • ITALIAN FORESTS, A WEALTH AT RISK**

Climate change causes lower growth rates and a loss of local biodiversity in the Italian forests. Alterations compromise the functionality and the ecosystem services that the forests offer. The definition of a risk plan and guidelines for management are necessary.

**Maria Vincenza Chiriaco, Riccardo Valentini**  
University of Tuscia and Euro-mediterranean center on climate change, www.cmcc.it

**P. 54 • BIODIVERSITY AT RISK FOR AQUATIC ECOSYSTEMS**

The survival of biodiversity and ecosystem services in inland and transition waters, threatened by changes in the hydrological cycle resulting from climate change, is essential for the defense of the territory and the hydraulic and environmental requalification of the territory.

**Pierluigi Viaroli**  
University of Parma

**P. 57 • CLIMATE, MARINE ECOSYSTEMS AND ADAPTATION**

Over the past 10-15 years, sea water temperatures raised at a rate never previously recorded, with changes of habitat, ecosystems and organisms. Acidification, oxygen depletion, changes in the production of organic carbon have important implications on the sea life.

**Roberto Danovaro, Cristina Gambi, Beatrice Gatto, Eleonora Gioia, Lorenzo Sangelantoni, Fausto Marincioni**

Università Politecnica delle Marche, Ancona

**P. 60 • CLIMATE AND ECOSYSTEM SERVICES IN COASTAL AREAS**

Coastal areas are the most populated on Earth, as they are strong producers of ecosystem goods and services. These areas are very sensitive to climate change, with influences from the sea and from the land. This must be taken into account in the development of adaptation strategies.

**Marco Zavatarelli**  
University of Bologna

**P. 62 • IMPACTS ON COASTAL AREAS AND THE MARINE ECOSYSTEM**

In the Adriatic sea area, temperatures and sea level are going to rise. Risks of flooding and infiltration of salt water: the economic and environmental implications are important and are reinforced by the rigidity of the coastal infrastructure system.

**Carla Rita Ferrari**  
Arpa Emilia-Romagna

**P. 64 • CLIMATE CHANGE AND WATER PLANNING**

Climate change will have a significant impact on water cycle and management. The uncertainty of data, projections and impacts is still the most sensitive point for planning. The strategy of Emilia-Romagna Region for the future.

**Emanuele Cimatti, Camilla Iuzzolino**  
Emilia-Romagna Region

**P. 66 • A STRONG IMPACT ON TOURISM, HOW CAN ITALY RESPOND?**

Climate change will have major impacts on the global tourism system. The scenarios applied to Italy show a worrying picture, with reductions of up to

1/5 of the total tourists and 2/5 of the international ones, compared to a situation of unchanged climate.

**Andrea Bigano**

Senior researcher, Fondazione Eni Enrico Mattei, www.feem.it  
Scientist, Euro-mediterranean center on climate change, www.cmcc.it

**P. 70 • CLIMATE AND NEW HEALTH RISKS**

The risks for the health of the population caused by climate change are both direct and mediated by environmental and territorial vulnerability: infectious diseases, increased pollen allergies, indoor air quality, changes in food productivity and safety. Risk management requires the adaptation of the prevention systems for the environment and health.

**Luciana Sinisi**  
Ispra, www.isprambiente.it

**P. 72 • HEAT ISLANDS AND MITIGATION MEASURES**

The inclusion of vegetation, green roofs and the introduction of permeable areas mitigate the discomfort due to bioclimatic heat islands, a growing phenomenon in urban areas. Emilia-Romagna participates in the European project UHI, coordinated by Arpa, that simulates the impact of mitigation actions.

**Stefano Marchesi, Stefano Zauli Sajani, Paolo Lauriola**  
Arpa Emilia-Romagna

**P. 74 • ADAPTATION AND GOVERNANCE IN URBAN AREAS**

The issue of climate adaptation of urban settlements is the most recent segment of the process of "government of the territory". Much can be done, either through the ordinary planning, and, more immediately, with a expeditious plan of adaptation, starting from the already known criticalities.

**Andrea Filpa**  
Professor of Urban Planning, Department of Architecture, University of Roma Tre

**P. 77 • MAKING GOOD USE OF EUROPEAN FUNDS WITH THE COVENANT OF MAYORS**

European structural funds can be a source of resources to implement actions against climate change within the Covenant of Mayors. The next programming period 2014-2020 is an opportunity that more and more regions should take to implement a low carbon economy.

**Emanuele Burgin**  
Province of Bologna

**P. 78 • A NETWORK OF CITIES TO LEARN AND ACT**

The Italian cities of the Covenant of Mayors have produced action plans for sustainable energy without considering resilience and adaptation. This experience showed the need to integrate them with the wider policy of adaptation. The Network of cities on climate change was thus created.

**Daniela Luise**  
Director of Coordination of Italian Local Agenda 21.

**P. 80 • BOLOGNA, RESILIENT CITY**

The Life+ project Blue Ap will provide the community of Bologna a strategic document for the adaptation to climate change, including a broad participatory planning process. A local climate profile has been defined, a basis to learn about vulnerabilities and risks.

**Piero Pelizzaro<sup>1</sup>, Clementina Taliento<sup>1</sup>, Lucio Botarelli<sup>2</sup>**  
1. Kyoto Club  
2. Arpa Emilia Romagna

**P. 82 • LOCAL GOVERNMENT AND EUROPEAN FUNDS FOR ADAPTATION**

The system of local governments for a widespread adaptation/mitigation action to redirect economy

through the full utilization of European funds.

**Karl-Ludwig Schibel**

Climate Alliance Italy, www.climatealliance.it

**P. 84 • LOCAL ACTIONS, THE LIFE PROJECT ACT**

Within the European Life project ACT (Adapting to Climate change in Time) guidelines for the adaptation strategies and plans at the local level were developed, starting from the experience and study of some cities of the Mediterranean basin.

**Francesca Giordano, Alexis Roe, Rosanna Mascolo, Domenico Gaudioso**  
Ispra, www.isprambiente.it

**P. 86 • INVESTING TO CREATE RESILIENT COMMUNITIES**

Emilia-Romagna pays great attention to knowledge and planning to be able to respond to the vulnerability of the territory. The investment in prevention, in the field of hydrogeological risk, is strategic.

**Paola Gazzolo**  
Councilor for Territorial Security and civil protection, Emilia-Romagna Region

**P. 87 • REDIRECTING ECONOMY THROUGH EUROPEAN FUNDS**

Italy is among the most potentially exposed countries to the effects of global warming. The full utilization of European funds is of utmost importance to allow the system of local governments to implement widespread actions for adaptation/mitigation and to redirect economy.

**Giuseppe Bortone**  
Emilia-Romagna Region

**P. 88 • THE "ITALIAN RESTORATION", A GREAT OPPORTUNITY**

Local governments can be actors of the "Italian restoration": a plan made of small works, based on energy upgrading, rehabilitation of brownfield sites, care of abandoned rural areas, anti-seismic renovations. Targeted planning is a tool to promote economy and eco-efficiency.

**Mirko Tutino**  
Councilor for Planning and Environment, Province of Reggio Emilia

**P. 89 • ELECTRIC CAR IN ITALY, AND YET IT MOVES**

In 2012, the share of registrations of electric cars were as much as 2.8% in Norway, 0.3% in France and 0.04% in Italy (just over 500 vehicles). There are signs of growth, but we need fast charging infrastructure. The experience of Loginet Srl on the A8 Milano-Varese motorway.

**Ilaria Bergamaschini**  
Green Management Institute

**P. 90 • RISKS AND OPPORTUNITIES FOR EMILIA-ROMAGNA**

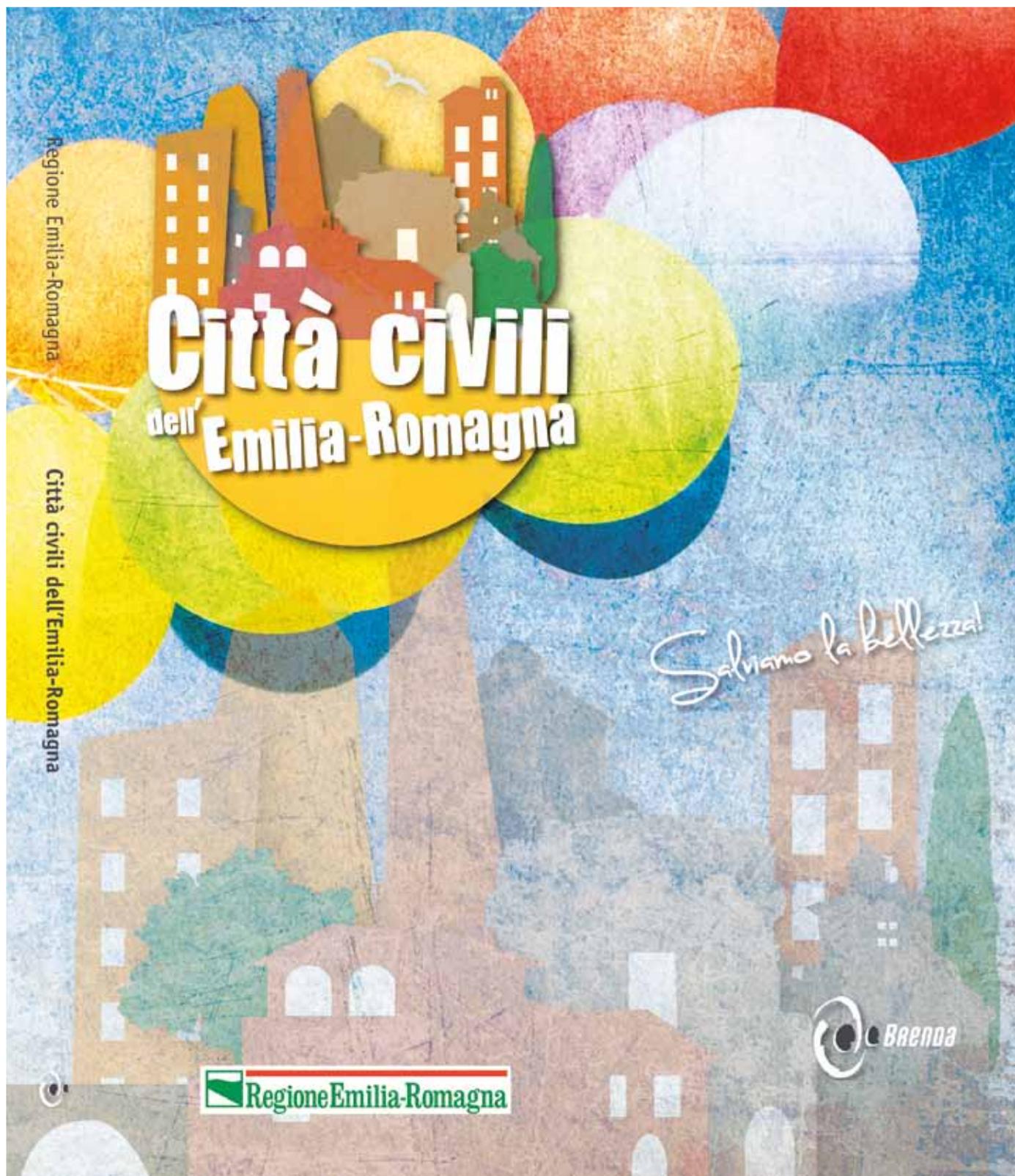
Strategies for adaptation and mitigation, starting from the guidelines of the European Union, should respond to emerging risks. Responses at a regional and local level can be an incentive for a new development model. Not all the effects of climate change will be negative.

**Paolo Cagnoli, Michele Sansoni, Franco Zinoni**  
Arpa Emilia-Romagna

**P. 92 • GOOD RESULTS FROM THE INCENTIVES TO RAIL TRANSPORT**

Emilia-Romagna Region elaborated the environmental balance of the first year of incentives to rail freight transport coming from a Regional law.

**Tommaso Simeoni**  
Emilia-Romagna Region



## BRENDA: UN PO' LIBRO, UN PO' AGENDA

L'ambiente, l'aria, le risorse naturali ma anche le nostre città, le strade, le piazze, i giardini: sono **beni comuni**, la cui tutela e valorizzazione è pensabile solo se all'impegno delle amministrazioni si unisce quello dei cittadini attivi.

È appena uscita la settima edizione di *Brenda*, un po' libro un po' agenda, dedicata al progetto *Città civili*. Una fotografia del vasto panorama di esperienze legate alla gestione condivisa di diverse tipologie di beni comuni, dalla mobilità agli spazi verdi, dagli orti al teatro, dai beni culturali alle scuole ecc., che descrive le migliori buone pratiche del territorio e fornisce

informazioni e riferimenti utili a livello locale e nazionale.

Il progetto *Città Civili dell'Emilia-Romagna* è documentato alla pagina web dedicata dove si può consultare il database delle buone pratiche, contribuire con la segnalazione di esperienze del territorio regionale e scaricare questa pubblicazione anche nella versione interattiva.

Su Facebook e Twitter #miprendocura le foto e i messaggi frutto della partecipazione su social network all'evento di presentazione del 12 ottobre 2013.



L'intelligenza  
è la capacità di adattarsi  
al cambiamento.

Stephen Hawking

