

## Come varia il clima? Una mostra sul presente e futuro del nostro pianeta

Emma Salizzoni\*

### abstract

Il titolo della mostra allestita presso il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, "I tempi stanno cambiando. Come varia il clima: conoscenze attuali e scenari futuri" (marzo 2008 - gennaio 2009), esprime con chiarezza il principale obiettivo che si sono posti i curatori (Luca Mercalli e Claudio Cassardo): informare il visitatore sia sui cambiamenti climatici in atto, e sui relativi effetti riscontrabili a scala globale e locale, sia sugli scenari futuri. Paesaggi artici e antartici, alpini, costieri e rurali, se infatti già oggi mostrano i primi, significativi segni del cambiamento climatico (riconducibile principalmente all'innalzamento delle temperature a scala planetaria), sono destinati, alla fine del secolo, a subire mutamenti ancora più rilevanti. Per limitare i danni occorre una pronta inversione di rotta, evitando la cosiddetta "sindrome da Titanic", ossia la tendenza a negare un problema ormai evidente.

### parole chiave

Cambiamenti climatici, riscaldamento globale, trasformazioni paesistiche.

## How does climate change? An exhibition on the present and future of our planet

### abstract

The title of the exhibition mounted at the Museo Regionale di Scienze Naturali of Turin, "Times are changing: current knowledge and future scenarios of climate change," is explicative of the authors' (Luca Mercalli and Claudio Cassardo) main purpose: making the visitor aware both of climate change already occurring - including its effects at global and local levels - and of possible future scenarios. If Arctic and Antarctic, alpine, coastal and rural landscapes show the first signs of climate change (primarily related to global warming) already today, at the end of the century these landscapes will have changed even more dramatically. In order to minimize damages a prompt turnabout and avoidance of the so-called "Titanic syndrome," *i.e.* denying a problem which is now evident, are needed.

### key-words

Climate change, global warming, landscape transformation.

\* *Dottorato di Ricerca in Progettazione Paesistica, Università degli Studi di Firenze.*



## 1989 - 2009: venti anni di ricerca nel campo dei cambiamenti climatici

Nel gennaio del 1989, il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino ospita una conferenza internazionale dal titolo: "Atmosfera, clima e uomo: la società di fronte ai problemi dell'effetto serra, dell'ozono, delle piogge acide". Sono gli anni in cui, dopo oltre un secolo dalle prime avvisaglie<sup>1</sup>, la presa di coscienza del rischio climatico di origine antropica inizia a diffondersi a scala globale: l'anno precedente infatti, nel 1988, i governi di tutto il mondo si trovano concordi sulla necessità di costituire l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), organo scientifico consultivo dell'ONU, preposto alla valutazione, a scala globale, dei cambiamenti climatici e dei relativi impatti, e all'individuazione di azioni per mitigarne gli effetti<sup>2</sup>. L'emergenza climatica che catalizza maggiormente l'attenzione pubblica alla fine degli anni Ottanta è in realtà ancora quella del buco dell'ozono, mentre minore è la sensibilità nei confronti dell'effetto serra: d'altra parte la temperatura media globale, pur avendo ricominciato a crescere dalla fine degli anni Settanta, dopo la pausa del trentennio postbellico, non ha ancora raggiunto gli estremi degli anni più recenti.

Venti anni dopo, la mostra dal titolo: "I tempi stanno cambiando. Come varia il clima: conoscenze attuali e scenari futuri" (marzo 2008 - gennaio 2009), allestita sempre presso il Museo Regionale di Scienze Naturali (in collaborazione con l'Università di Torino - Dipartimento di Fisica Generale, la Società Meteorologica Italiana onlus e Arnica Progettazione Ambientale s.c.), rende conto dei significativi sviluppi avvenuti nello studio dei cambiamenti climatici durante questo lasso di tempo, grazie alla mole di dati osservati<sup>3</sup> e

all'evolversi della modellistica numerica, e del ri-orientamento dell'attenzione scientifica e dell'opinione pubblica verso quella che si è ormai rivelata essere la principale emergenza climatica, rispetto al buco dell'ozono<sup>4</sup>: il riscaldamento globale di origine antropica, determinato dalla crescente produzione di gas serra<sup>5</sup>, cui rimanda l'immagine simbolo della mostra, raffigurante un orso aggrappato ad un banco di ghiaccio artico in disfacimento.

L'allestimento, curato da Claudio Cassardo (Dipartimento di Fisica Generale, Università di Torino) e Luca Mercalli (Presidente Società Meteorologica Italiana)<sup>6</sup>, ha come scopo dichiarato quello di "fare un po' di chiarezza sulla questione dei cambiamenti climatici, cercando di fornire una rassegna, allo stesso tempo di stile divulgativo ma scientificamente rigorosa, aggiornata allo stato dell'arte della ricerca contemporanea sul clima"<sup>7</sup>. Se infatti il titolo della mostra sintetizza, in una frase evocativa ("I tempi stanno cambiando", *Times are changing*, dal titolo di una nota canzone di Bob Dylan, le cui strofe accolgono il visitatore lungo le scale che conducono all'allestimento), i grandi cambiamenti sociali, tecnologici e ovviamente ambientali e climatici, che caratterizzano la nostra epoca, il sottotitolo ("Come varia il clima: conoscenze attuali e scenari futuri") richiama l'obiettivo specifico dell'allestimento: informare il visitatore sulle più accreditate teorie scientifiche in materia, mostrando sia i cambiamenti climatici in atto, e i relativi effetti già visibili, sia gli scenari futuri. Informare, ma anche "esortare": la mostra si chiude infatti con una sezione dal carattere meno analitico e più propositivo, in cui vengono indicati alcuni spunti di riflessione "riguardo all'atteggiamento costruttivo

che, ci augureremmo, venisse assunto nei confronti del fenomeno"<sup>8</sup>.

## Il percorso espositivo

Il percorso della mostra ha inizio con una letterale "immersione" del visitatore in un turbinio di notizie e di opinioni contraddittorie sul clima (articoli di giornale, spezzoni televisivi e interviste), che mettono in risalto non solo la risonanza che la questione climatica ha assunto in anni recenti entro l'opinione pubblica, grazie soprattutto all'amplificazione dei media, ma anche la necessità, riprendendo le parole di Cassardo, "di fare chiarezza" entro un dibattito in cui emerge la molteplicità e contraddittorietà di opinioni e teorie. Ed è ciò che infatti la mostra si prefigge di fare, non prima però di aver sottolineato il valore della posta in gioco, ossia la bellezza, complessità e fragilità del pianeta (illustrate da un filmato della BBC, in cui scorrono suggestive immagini di paesaggi, flora e fauna), e di aver evidenziato come, nonostante il clamore recente, la consapevolezza della stretta interazione tra attività antropica e cambiamenti climatici, e in particolare la teoria dell'effetto serra antropogenico, abbia origini di molto antecedenti ai nostri giorni. Già nel 1896 infatti, il premio nobel svedese Svante Arrhenius individua una correlazione tra l'aumento di CO<sub>2</sub>, causato allora essenzialmente dalla combustione del carbone, e l'incremento della temperatura terrestre. Tale teoria resta tuttavia sostanzialmente inascoltata<sup>9</sup> sino alla seconda metà del XX secolo, quando, grazie anche alla disponibilità di nuovi modelli di misura, si presenta la possibilità di confermarne le veridicità: nel 1956, gli americani Roger Revelle e Charles Keeling

attuano le prime misure in continuo della concentrazione di CO<sub>2</sub> atmosferica, dimostrandone l'effettivo aumento, mentre nel 1967 Syukuro Manabe e Richard Wetherald (*Geophysical Fluid Laboratory, Princeton*) rendono noti i risultati del primo modello di simulazione numerica del clima, confermando la relazione causale tra incremento di CO<sub>2</sub> atmosferica e aumento termico globale. Da lì alla conferenza di Villach (Austria), tenutasi nel 1985 sotto l'egida dell'UNEP (*United Nations Environment Programme*), che sancisce una visione scientifica internazionalmente condivisa sul rischio climatico dovuto all'incremento dei gas serra, il passo è breve, e tre anni dopo, nel 1988, viene costituito l'*Intergovernmental Panel on Climate Change*, l'IPCC, a testimonianza di una crescente sensibilità internazionale verso la questione climatica, che oggi può ormai ritenersi consolidata.

*"Evidenze attuali del clima che cambia"<sup>10</sup>*

Dopo tali premesse, la mostra entra nel vivo della questione, presentando i cambiamenti climatici in atto ed i relativi effetti già visibili sul paesaggio. Si parte ovviamente dall'analisi della temperatura, il parametro climatico che più direttamente mostra le prime evidenze del cambiamento del clima a scala globale. Il riscaldamento del pianeta è infatti ormai inequivocabile: secondo l'IPCC<sup>11</sup>, negli ultimi 100 anni la temperatura globale è salita di 0,7°C ed è significativo il fatto che gli 11 anni più caldi dal 1850 a oggi siano tutti successivi al 1995. Si tratta di un riscaldamento diffuso (l'isola di calore della città non influenza il valore dell'aumento globale medio: la temperatura cresce infatti anche in campagna e ad alta quota), ma non uniformemente distribuito: ad esempio, sulle Alpi, nell'ultimo secolo è stato registrato un aumento

della temperatura media pari ad 1,2°C, rispetto alla media planetaria di 0,7°C, mentre entro l'arcipelago norvegese delle isole Svalbard è stato rilevato un incremento che si attesta addirittura intorno ai 4°C.

Nel quadro dell'innalzamento globale delle temperature, la mostra cita in particolare due momenti recenti: l'estate 2003 e l'inverno 2007, stagioni entrambe eccezionalmente calde, a scala rispettivamente europea e planetaria. Si tratta di eventi che, per quanto estremi (e dunque non sempre e necessariamente attribuibili ai cambiamenti climatici in atto), confermano la tendenza al riscaldamento globale, dando l'idea delle ondate di calore che, secondo gli scenari più attendibili (IPCC, 2007), potrebbero divenire ricorrenti nei prossimi decenni alle latitudini temperate, in particolare durante la stagione estiva.

Se dunque il riscaldamento globale emerge come tendenza netta ed evidente, più complesso è cogliere, sempre a scala planetaria, una tendenza altrettanto chiara riguardo alle precipitazioni, altro importante parametro climatico: *"Substantial uncertainty remains in trends of hydrological variables because of large regional differences, gaps in spatial coverage and temporal limitations in the data (...). Global precipitation averages over land are not very meaningful and mask large regional variations"*<sup>12</sup>. Infatti, sebbene le osservazioni condotte da oltre un secolo indichino che, globalmente, gli apporti pluviometrici sono aumentati dell'1% circa sulle terre emerse, probabilmente a causa dell'intensificazione del ciclo dell'acqua conseguente all'aumento delle temperature, esistono importanti differenze tra regioni: *"from 1900 to 2005, precipitation increased in eastern parts of North and South*

*America, northern Europe and northern and central Asia, but declined in the Sahel, the Mediterranean, southern Africa and parts of southern Asia"*<sup>13</sup>. L'Italia si allinea alle tendenze dell'ambito mediterraneo, facendo registrare, nelle serie della anomalie pluviometriche annue (dal 1800 ad oggi), una lieve decrescita delle precipitazioni. Tuttavia, al riguardo, in Italia "non si intravedono tendenze statisticamente significative"<sup>14</sup> e così anche la recente evoluzione delle piogge estreme (si vedano ad esempio le alluvioni che hanno colpito il Nord Ovest dell'Italia nel 1994 e nel 2000) male si presta ad una significativa analisi statistica.

È invece possibile pronunciarsi con più certezza riguardo alle precipitazioni nevose: nevicata meno, sia a scala planetaria, che in Italia. Dal 1972 al 2005 la superficie continentale coperta da neve nell'emisfero Nord è diminuita del 5,7% (1,46 milioni di kmq in meno<sup>15</sup>), mentre in Italia (in particolare in regioni quali la Valle d'Aosta), si registra una notevole riduzione della quantità totale di neve fresca, ma soprattutto della durata del manto nevoso, fuso più rapidamente a causa delle temperature più elevate. D'altra parte, se in Pianura Padana, a metà Novecento e fino ancora alla metà degli anni '80, si osservava in media una decina di giornate invernali senza disgelo, dalla seconda metà degli anni '80, le giornate così fredde sono diventate molto più rare.

Questi in sintesi i mutamenti climatici più rilevanti in relazione ad alcuni fattori principali, quali temperatura, precipitazioni e neve.

Quali gli effetti sul paesaggio già apprezzabili?

Per quanto riguarda in particolare l'aumento della temperatura, sono i paesaggi dell'Artico e dell'Antartide ad aver subito sino ad oggi le mutazioni più rilevanti. I satelliti hanno infatti misurato una netta tendenza alla riduzione

dell'area e dello spessore del ghiaccio marino artico (nel settembre 2007 è stato registrato un nuovo minimo assoluto estivo di superficie del pack: 4.3 milioni di kmq, rispetto alla media 1979-2000, pari a 5.1 milioni di kmq), mentre la Penisola Antartica, dove la temperatura media è aumentata di ben 2,5° dal 1945, è interessata da impressionanti, per rapidità ed estensione, fenomeni di collasso: in soli 35 giorni, tra gennaio e marzo del 2002, 3.250 kmq della piattaforma di ghiaccio galleggiante Larsen B, pari alla superficie della Valle d'Aosta, si sono disintegrati (fig. 1).

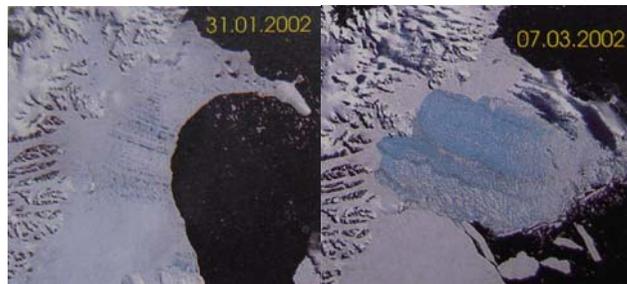


Figura 1. Collasso della piattaforma antartica "Larsen B", gennaio-marzo 2002.

Paesaggi più vicini a noi e altrettanto colpiti dai mutamenti climatici sono quelli alpini, cui la mostra dedica ampio spazio. Il fenomeno più evidente è dato dallo scioglimento dei ghiacciai. Si tratta in realtà di un processo di lunga durata, che ha avuto inizio intorno alla metà del XIX secolo, alla fine della cosiddetta Piccola Età Glaciale (1820-1850, un periodo fresco e nevoso iniziato attorno al 1350): nel lasso di 150 anni, a causa dell'aumento delle temperature e della diminuzione della nevosità invernale, sulle Alpi è scomparso il 50% della superficie glaciale, che è passata da 4.500

kmq a 2.270 kmq. È importante tuttavia segnalare che l'arretramento dei ghiacci ha subito una brusca accelerazione proprio in questi ultimi anni: dalla fine degli anni Ottanta, la riduzione si è infatti accentuata, e in particolare durante gli anni 1990, 1991, 1998 e dal 2003 al 2005 si è assistito ad imponenti perdite di massa glaciale.

Uno degli esempi più significativi di tale mutazione paesistica è rappresentato dal ghiacciaio del Lys (Monte Rosa, Valle d'Aosta). La zona individuata con l'asterisco nelle immagini (figg. 2,3) indica l'area (o meglio, il limite di essa) che sino al 1870 era coperta da ghiacci di spessore pari a 50-100 m e che oggi invece, "a testimonianza dei grandi effetti che può produrre sull'ambiente montano un aumento di temperatura di circa 1°C in un secolo"<sup>16</sup>, è colonizzata dal pascolo e da radi boschi di larici.



Figura 2. Ghiacciaio del Lys (Monte Rosa, Valle d'Aosta), dall'Alpe Sitten (Gressoney – La Trinité), 1868.

Anche il ghiacciaio Moncorvè del Gran Paradiso ha subito un significativo ridimensionamento: il paesaggio che si proponeva agli occhi dei frequentatori del rifugio Vittorio Emanuele II, negli anni Venti del secolo scorso (fig. 4), è assai diverso da quello che appare ad un escursionista dei nostri giorni (fig. 5).



Figura 3. Ghiacciaio del Lys (Monte Rosa, Valle d'Aosta), dall'Alpe Sitten (Gressoney – La Trinité), 2007.

E così l'attuale ghiacciaio della Brenva (fig. 6), ritiratosi lasciando spazio all'avanzare dei boschi, più fitti sui versanti montuosi ma presenti anche nell'area un tempo occupata dai ghiacci, poco ricorda la rappresentazione che, nel XIX secolo, ne diede l'incisore e pittore Jean Antoine Link, evidentemente colpito dall'imponenza della lingua di ghiaccio (e probabilmente non esente da una certa poetica del sublime, che proprio nei paesaggi alpini trova, a partire dal XVIII secolo, il "campo di

applicazione" per eccellenza<sup>17)</sup>, oggi estremamente ridotta.



Figura 4. Il ghiacciaio Moncorvè del Gran Paradiso visto dal Rifugio Vittorio Emanuele II, in una cartolina degli anni Venti.

Un altro fattore che ha influito in modo forse meno evidente, ma altrettanto significativo sul paesaggio alpino, e correlato anch'esso all'aumento della temperatura, è la formazione, sempre più frequente in questi anni anche a quote elevate (oltre i 3200-3500 m), dei cosiddetti laghi "effimeri", laghi glaciali situati entro o ai margini dei ghiacciai. Un esempio noto è quello del lago del Rocciamelone, che ha raggiunto il culmine dell'invaso nel settembre del 2004 ed è stato svuotato nell'agosto 2005, per evitare quello che è il principale rischio correlato a queste formazioni, ossia lo svuotamento improvviso dei laghi a causa della rottura dei fragili sbarramenti di ghiaccio o morena che li contengono.

In ambito alpino, il riscaldamento atmosferico ha determinato un incremento del rischio idrogeologico non solo in relazione alla formazione

dei laghi "effimeri", ma anche ai crolli di fronti glaciali sospese e a frane dovute all'alterazione del permafrost, strato di terreno gelato in profondità, che, se alterato, determina una forte destabilizzazione dei versanti montani (tale fenomeno è causa anche delle gravi erosioni costiere che interessano il Canada, la Siberia e l'Alaska, e dei conseguenti processi di migrazione delle popolazioni inuit qui insediate). Non è raro ormai imbattersi, sulle Alpi, in paesaggi come quello riportato nell'immagine (fig. 7), dove i terreni liberati dai ghiacci e dal permafrost, incoerenti e soggetti a facile erosione, vengono profondamente incisi in caso di piogge intense.



Figura 5. Il ghiacciaio Moncorvè del Gran Paradiso visto dal Rifugio Vittorio Emanuele II, 2000.

Guardando alle foreste alpine, ma anche ai paesaggi rurali (italiani ed europei), sinora gli effetti forse più eclatanti di un innalzamento della temperatura si sono potuti osservare in occasione dell'eccezionale ondata di calore che, in concomitanza con una prolungata assenza di precipitazioni, ha investito l'Europa durante la

citata, anomala estate del 2003. Un evento che, per quanto estremo, ha costituito un importante campanello d'allarme rispetto a ciò che potrebbe verificarsi in futuro, anche a quote elevate, in seguito ad un potenziale, ulteriore riscaldamento dell'atmosfera e a una accentuazione della siccità: nel 2003 coltivazioni e alberi erano seccati sin dal mese di giugno in molte zone del Nord Italia (fig. 8); la combinazione infatti tra caldo estremo e assenza di precipitazioni aveva prodotto un grave stress idrico nella vegetazione, in pianura come a quota più elevata: in Valle d'Aosta, già a giugno e luglio, i pascoli e i boschi apparivano precocemente ingialliti, con in alcuni casi disseccamento e morte di alberi e arbusti, mentre sulle colline intorno a Ivrea, specie come ciliegio, castagno, rovere, roverella riportavano chiari segnali di sofferenza. Inversamente, nel citato inverno del 2007, stagione anch'essa eccezionalmente calda, si era osservata, nel Nord Italia, una precoce fioritura degli alberi da frutto durante il mese di dicembre.



Figura 6. Il ghiacciaio della Brenva come appariva agli occhi del pittore Jean Antine Link intorno al 1800 e come appare nel 2005.



Figura 7. Profonde incisioni prodottesi sui depositi a valle del ghiacciaio di Ormelune (Valgrisenche), durante l'alluvione del luglio 1996.

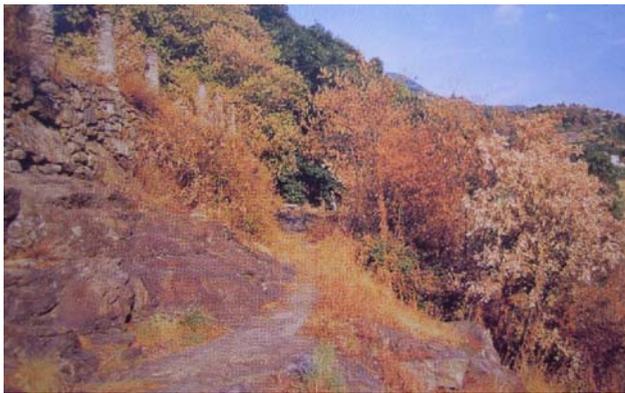


Figura 8. Arbusti precocemente seccati a Carema, al confine tra Piemonte e Valle d'Aosta, 29 giugno 2003.

### A Torino

Sempre nell'ambito dell'analisi dei cambiamenti climatici in atto e delle mutazioni paesistiche già visibili, la mostra dedica un interessante approfondimento alla città di Torino<sup>18</sup>. I dati torinesi confermano sostanzialmente i cambiamenti rilevati a livello globale rispetto ai tre fattori precedentemente citati: temperatura, precipitazioni e neve. Il rilevamento della temperatura media annua in città, eseguito a partire dal 1753, conferma infatti la tendenza globale al riscaldamento, registrando in particolare un forte aumento termico alla fine degli anni Ottanta, culminante nel 2007, l'anno più caldo della serie. E come nel resto del mondo, anche a Torino la serie delle precipitazioni (che ha inizio più tardi, nel 1802) non mostra significative tendenze durante i secoli, mentre si registra una forte riduzione della neve: la quantità media annua di neve fresca è infatti scesa, nell'ultimo periodo 1990-2007, ad appena 16 cm, rispetto alla ben più alta media annua, pari a 50 cm, che ha caratterizzato la lunga fase precedente, 1787-1989. L'ultima grande nevicata registrata in città risale al 1987, quando il 14 gennaio si depositarono 63 cm di neve fresca. Da allora si sono succeduti solo episodi di modesta entità (a parte la molto opportuna nevicata del 2006 – proprio in concomitanza con le Olimpiadi invernali! – che fece registrare in città 24 cm di neve, costituendo l'episodio più significativo del ventennio 1988-2007). Non hanno dunque torto i curatori della mostra quando fanno notare che “certo oggi non sarebbe più possibile andare in slitta da Piazza Castello al Valentino, come era abitudine dei Savoia nel XVII secolo”<sup>19</sup>. Mentre forse lo sarebbe stato ancora nel XIX secolo: una serie di tempere del pittore e scenografo

ottocentesco Pietro Orsi esposte entro la mostra, completamente dedicate a vedute di Torino sotto la neve (fig. 9), testimonia come la realtà, ma anche l'immagine, della città subalpina invernale nel XIX secolo fosse, diversamente da oggi (fig. 10), strettamente legata e influenzata dalle precipitazioni nevose.



Figura 9. Torino sotto la neve, 1870 circa (la Mole Antonelliana è ancora in costruzione).

Non solo la carenza di neve ha mutato il paesaggio urbano percepito di Torino. Anche un altro carattere distintivo è venuto scemando in anni recenti: la nebbia, tradizionalmente (e non a torto, a giudicare dai dati rilevati) associata all'immagine della città (così De Amicis la descrive ne *La carrozza di tutti*, 1899: “Dopo la neve venne la nebbia, quella nebbia invernale di Torino, densa e fredda, d'un sapore irritante quasi di bruciaticcio, che invade ogni vuoto e copre la città come un'immensa nuvola di cenere immobile, quasi palpabile, e nasconde case, alberi, gente, carrozze, lampioni, circoscrivendo in un raggio di cinque

passi lo spazio visibile a ogni persona”), è andata notevolmente diminuendo negli ultimi anni, probabilmente a causa della cementificazione di molte zone umide e dell’aumento di temperatura che limita la condensazione. Paesaggi quali quelli descritti da De Amicis non sono più comuni oggi a Torino: nell’ultimo ventennio, in città, si è registrata una media annua pari a solo 13 giorni di nebbia, poco rispetto ai valori degli anni precedenti e soprattutto rispetto ai massimi di 108 e 82 giorni, rispettivamente risalenti al 1970 e al 1967.



Figura 10. Un’immagine consueta di Torino in inverno in anni recenti (dicembre 1990): a corona le montagne innevate, in città pochi centimetri di neve.

#### Scenari futuri

Questi i cambiamenti climatici in atto e i principali, conseguenti effetti già apprezzabili sul paesaggio, a scala globale e locale, i quali, pur notevoli, non sono che il preludio di ciò che potrebbe verificarsi in futuro. La posizione dei curatori in proposito è chiara: “(...) vorrei sottolineare che l’intenzione

degli organizzatori di questa mostra vuole prendere le distanze da una visione catastrofista dei cambiamenti climatici e delle loro conseguenze, ma al tempo stesso non vuole nemmeno sottovalutare la portata di tali scenari<sup>20</sup>. Le previsioni climatiche riportate entro la mostra si fondano sui diversi scenari di emissione di gas serra (che tengono quindi conto del potenziale sviluppo tecnologico e socio-economico dell’umanità) elaborati dalla IPCC (IPCC, 2007). Riguardo al parametro temperatura, secondo l’IPCC, la temperatura media globale potrebbe aumentare entro il 2100, a seconda degli scenari di emissione considerati, da 1,8°C a 4,0°C, rispetto ai livelli del 1990. Tuttavia non si può escludere la possibilità che il riscaldamento sia anche più intenso, raggiungendo i 6°C. Si prevede inoltre che tale incremento, come peraltro già avviene tuttora, non si distribuisca omogeneamente su tutto il pianeta, ma interessi maggiormente alcune regioni, tra le quali l’Artico (con probabili aumenti anche superiori ai 7°C) e l’area mediterranea, in cui si potrebbe assistere ad un aumento medio di temperatura intorno ai 4-5°C, evidente soprattutto nella stagione estiva. Per quanto riguarda invece le precipitazioni, si prospetta, nel secolo a venire, una generale intensificazione del ciclo dell’acqua a causa delle temperature più elevate. Tuttavia, anche in questo caso, tale eccesso di precipitazioni sarà distribuito in modo non omogeneo, interessando soprattutto le regioni situate, in entrambi gli emisferi, a latitudini elevate e meno il Mediterraneo, il Medioriente e il Sud Africa, che potrebbero divenire anzi più siccitose; in relazione in particolare al Mediterraneo, si prevede una riduzione delle piovosità estiva anche superiore al 20% (dati progetto europeo *Prudence*<sup>21</sup>).

Si prevede infine una intensificazione dei fenomeni meteorologici estremi (alluvioni in Nord Europa, tempeste atlantiche invernali sull’Europa centrale, uragani e tifoni sugli oceani tropicali).

Le conseguenze, in termini paesistici, di tali mutamenti climatici sarebbero molteplici e di entità, in alcuni casi, drammatica. In relazione al riscaldamento globale, ad esempio, la banchisa artica (tra le regioni più interessate dall’aumento delle temperature) potrebbe scomparire del tutto nel periodo estivo, forse già entro il 2040. Ciò comporterebbe drastiche riduzioni nella popolazione animale (come foche e orsi bianchi), fino all’estinzione, oltre che la migrazione di molte comunità inuit che risiedono attualmente nelle regioni dell’artico canadese.

Sulle Alpi, i ghiacciai al di sotto del 3500 m potrebbero scomparire del tutto entro il 2050, determinando una consistente perdita delle risorse idriche e un cambiamento radicale del volto delle Alpi<sup>22</sup>; se si dovessero ripetere ancora per una decina di volte le condizioni estreme dell’estate 2003, si prospetta addirittura una scomparsa totale dei ghiacciai alpini.

Gli effetti del riscaldamento globale interesseranno anche i territori costieri: se nel corso del XX secolo infatti il livello dei mari è già aumentato di 17 cm, a causa sia della dilatazione termica dell’acqua, sia della fusione dei ghiacciai e delle calotte polari, secondo l’IPCC entro il 2100 si assisterà ad un ulteriore aumento dei livelli marini, compreso tra i 18 e i 59 cm, che provocherebbe, oltre all’erosione dei litorali e alla salinizzazione delle falde acquifere dell’entroterra, l’allagamento di vaste zone costiere intensamente popolate, quali il delta del Gange o del Nilo o gli atolli del Pacifico: “Gli abitanti di alcune piccole isole sono già stati evacuati, a Tégua (Vanuatu, Pacifico) e a Lohachara (Delta del

Gange). Ma imponenti migrazioni umane potrebbero seguire l'inondazione delle coste più popolose: tra l'India, il Sud-Est asiatico e la Cina, oltre 150 milioni di persone sono direttamente esposte all'eventuale aumento di un metro del livello delle acque<sup>23</sup>. In Italia, la carta redatta dall'ENEA ("La Carta Nazionale delle aree costiere a rischio allagamento da parte del mare", redatta nel 2007) evidenzia l'estrema vulnerabilità di tutta la fascia costiera adriatica settentrionale (Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia) e della costa tirrenica, in particolare nella Versilia e nella zona laziale a sud di Roma; sono inoltre a rischio anche alcune aree della Sardegna e della Sicilia. Per quanto riguarda i paesaggi rurali, l'aumento delle temperature potrebbe influire sulla loro attuale distribuzione, estendendo la possibilità di coltivare a quote più elevate e per periodi più lunghi (anticipazione della semina), probabilmente anche con maggiori rendimenti. Non è da sottovalutare tuttavia la possibilità di uno spostamento, per via del clima più caldo, degli areali di diffusione di malerbe, parassiti e insetti responsabili di fitopatologie. Inoltre, l'azione congiunta delle alte temperature (con conseguente aumento dell'evapotraspirazione) e del calo delle precipitazioni provocherebbe danni ingenti per le coltivazioni in regioni quali il Mediterraneo (che, come abbiamo visto, sarà soggetto in futuro, più di altre regioni, ad aumento delle temperature e ad una riduzione delle precipitazioni), a rischio desertificazione<sup>24</sup>. Caldo e siccità potrebbero influire in modo significativo anche sugli ecosistemi forestali, determinando uno "stress estivo" nella vegetazione, quale quello osservato nel 2003, con conseguente indebolimento fisiologico delle piante, esposte così maggiormente agli attacchi di parassiti

e insetti. Inoltre, il cambiamento climatico potrebbe comportare in futuro profonde mutazioni nella composizione e varietà delle specie vegetali e animali. Ad esempio, se il processo di riscaldamento dovesse rivelarsi più rapido della capacità di adattamento di alcune piante, o della loro velocità di migrazione verso latitudini e altitudini più adatte (la quale potrebbe peraltro essere impedita dalla frammentazione degli habitat, determinata dall'aumento di temperature), si potrebbe verificare la loro estinzione<sup>25</sup>. Inoltre, rispetto alla possibilità di migrazione verticale, risulterebbero "svantaggiate" specie quali quelle alpine "cacuminali", già situate oggi a quote elevate, che non potrebbero riparare altrove, migrando; l'aumento di temperatura favorirebbe invece la comparsa, anche in ambito alpino, di specie vegetali esotiche, come già si può osservare nei boschi del Canton Ticino.

#### *Ballando sul Titanic*

La mostra si conclude con una sezione dal carattere meno analitico e più propositivo, in cui vengono indicati quelli che potrebbero essere i comportamenti individuali in grado di influire positivamente sui mutamenti climatici in atto e su quelli previsti e dunque sui relativi impatti sul paesaggio. In realtà, a causa dei lunghi tempi di percorrenza nell'atmosfera dei gas serra (120 anni nel caso di CO<sub>2</sub>), il riscaldamento globale continuerebbe anche qualora le emissioni inquinanti venissero immediatamente azzerate. Ciò tuttavia non significa che le azioni per combattere il cambiamento climatico siano inutili. È necessario, anzi, "agire prontamente per stabilizzare le concentrazioni di gas serra, in modo tale da limitare il riscaldamento entro 2°C in questo

secolo<sup>26</sup> (rispetto ai 1,8-4,0°C, se non 6°C previsti) In tal modo sia noi, sia gli ecosistemi terrestri avremo più tempo per l'adattamento ad un clima diverso<sup>27</sup>. E le azioni per limitare la concentrazione dei gas serra sono quelle ormai note ai più, ma ancora scarsamente attuate, almeno nel nostro paese: riguardano sostanzialmente l'uso di fonti energetiche rinnovabili, il ricorso per gli spostamenti a mezzi pubblici (quali la ferrovia, ma, attenzione, non ad alta velocità!), o ad auto a basso consumo, e una gestione responsabile dei rifiuti (dalla riduzione della quantità prodotta, al potenziamento della raccolta differenziata). Ognuna di queste operazioni può contribuire a limitare il riscaldamento climatico e i relativi impatti nel secolo a venire; e si tratta, come fanno capire gli autori, di operazioni necessarie. La parola d'ordine infatti, pur nel rifiuto degli curatori della mostra di cedere a toni allarmistici, è "precauzione" e l'intento quello di evitare la cosiddetta "sindrome da Titanic", ossia l'ostinata fiducia nelle proprie azioni e il rifiuto di riconoscere un problema evidente, in modo da provvedervi prima di esserne travolti. Chiude la mostra infatti un video montato da Gaetano Capizzi e Enrico Cerasuolo, che raccoglie spezzoni degli innumerevoli film realizzati, dalla prima metà del XX secolo ad oggi, sulla tragedia del Titanic. La metafora è chiara e resa esplicita da una frase che scorre sul video: "Il riscaldamento del pianeta è come l'iceberg che distrusse il Titanic. E noi continuiamo a ballare su un ghiaccio sottile".

#### **Riferimenti bibliografici**

CASERINI STEFANO, *Cambiamenti climatici e paesaggio*, ri-View, 03, 2008.

CASERINI STEFANO, *Errori e leggende sul clima che cambia*, Edizioni Ambiente, Milano, 2008.

CASSARDO CLAUDIO, MERCALLI LUCA (a cura di), *I tempi stanno cambiando. Come varia il clima: conoscenze attuali e scenari futuri*, catalogo della mostra, Torino, Museo Regionale di Scienze Naturali, 18 marzo 2008-11 gennaio 2009, Torino 2008.

DI NAPOLI GENNARO, MERCALLI LUCA, *Il clima di Torino*, Edizioni SMS, Torino 2008.

DOW KIRSTIN, DOWNING E. THOMAS, *The Atlas of Climate Change*, Myriad Editions, Brighton, UK, 2007.

FLANNERY TIM, *I signori del clima. Come l'uomo sta alterando gli equilibri del pianeta*, Corbaccio, Milano, 2006.

IPCC, *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, USA, 2007.

IPCC, *Climate Change 2007. Impact, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, USA, 2007.

IPCC, *Climate Change 2007. Mitigation of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, USA, 2007.

IPCC, *Climate Change 2007. Synthesis Report*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, USA, 2007.

MASLIM MARK, *Riscaldamento globale*, Codice edizioni, Torino, 2007.

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, *Cambiamenti climatici in Valle d'Aosta. Opportunità e strategie di risposta*, Edizioni SMS, Torino, 2006.

VISCONTI GUIDO, *Clima estremo. Un'introduzione al tempo che ci aspetta*, Boroli Editore, Milano, 2005.

[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch), Intergovernmental Panel on Climate Change.

[www.cmcc.it](http://www.cmcc.it), Centro Euro-mediterraneo per i Cambiamenti Climatici.

[prudence.dmi.dk](http://prudence.dmi.dk), progetto europeo Prudence.

## Riferimenti iconografici

Figura 1: CASSARDO CLAUDIO, MERCALLI LUCA (a cura di), *I tempi stanno cambiando. Come varia il clima: conoscenze attuali e scenari futuri*, catalogo della mostra, Torino, Museo Regionale di Scienze Naturali, 18 marzo 2008-11 gennaio 2009, Torino, 2008, pag. 32 (da [www.earthobservatori.nasa.gov](http://www.earthobservatori.nasa.gov))

Figure 2, 3: CASSARDO CLAUDIO, MERCALLI LUCA (a cura di), *op. cit.*, Torino, 2008, pag. 17 (figura 2: fotografia archivio W. Monterin).

Figure 4, 5: REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, *Cambiamenti climatici in Valle d'Aosta. Opportunità e strategie di risposta*, Edizioni SMS, Torino, 2006, pag. 80 (figura 5: fotografia di D. Cat Berro).

Figura 6: REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, *op. cit.*, Torino, 2006, pag. 27.

Figura 7: REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, *op. cit.*, Torino, 2006, pag. 99 (fotografia di M. Tron).

Figura 8: REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, *op. cit.*, Torino, 2006, pag. 91 (fotografia di D. Cat Berro).

Figura 9: DI NAPOLI GENNARO, MERCALLI LUCA, *Il clima di Torino*, Edizioni SMS, Torino, 2008, pag. 276 (quadro di Pietro Orsi, collezione privata).

Figura 10: DI NAPOLI GENNARO, MERCALLI LUCA, *op. cit.*, Torino, 2008, pag. 296 (fotografia di L. Mercalli).

Testo acquisito dalla redazione nel mese di dicembre 2008.

© Copyright dell'autore. Ne è consentito l'uso purché sia correttamente citata la fonte.

<sup>1</sup> Il premio nobel Svante Arrhenius, chimico e matematico, pubblica i suoi studi sulla teoria dell'effetto serra antropogenico già nel 1896.

<sup>2</sup> L'IPCC è un organismo scientifico intergovernativo costituito dalla *World Meteorological Organization* (WMO) e dallo *United Nations Environment Programme* (UNEP), il cui obiettivo è quello di fornire ai *decision-makers*, e a chi sia interessato, una fonte obiettiva e attendibile di informazioni sul cambiamento climatico a livello globale. Tale obiettivo si concretizza nella redazione di report che, pubblicati dal 1991 a cadenza regolare, si fondano sui più aggiornati studi prodotti a livello internazionale. Non sbagliano dunque i curatori della mostra ad affermare che i report dell'IPCC (e in particolare l'ultimo, datato 2007, fonte della maggior parte dei dati presentati nell'allestimento) costituiscono ad oggi il riferimento più aggiornato e autorevole in tema di cambiamenti climatici.

<sup>3</sup> Tramite perforazioni glaciali (condotte, ad esempio, nell'ambito del progetto EPICA- *European Project for Ice Coring* in Antartica - 1996-2004, o il progetto NGRIP - North Greenland Ice Core Project - 1999-2003), o la costituzione-ricostruzione di serie osservative di entità significativa, quale quella di Mauna Loa (Isole Hawaii), riguardante la concentrazione di gas serra, ormai lunga mezzo secolo (1958-2008), o quella ultrasecolare di Torino, relativa ai parametri meteorologici.

<sup>4</sup> Grazie al Protocollo di Montreal (1987), che ha bandito la produzione di clorofluorocarburi (CFC), principale causa della distruzione dell'ozono, si prevede che il "buco" apertosi sull'Antartide si richiuda verso la metà del XXI secolo.

<sup>5</sup> Tra cui in particolare il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>, l'anidride carbonica), derivante dai combustibili fossili.

<sup>6</sup> Con la collaborazione di Stefano Camanni, Daniele Cat Berro, Nicoletta Fedrighini, Guido Boffetta e Antonello Provenzale.

<sup>7</sup> CLAUDIO CASSARDO, *Guida alla lettura*, in *I tempi stanno cambiando. Come varia il clima: conoscenze attuali e scenari futuri*, catalogo della mostra, Torino, Museo Regionale di Scienze Naturali, 18 marzo 2008-11 gennaio 2009, Torino, 2008, pag. IV.

<sup>8</sup> CLAUDIO CASSARDO, *Guida alla lettura*, in *op. cit.*, Torino, 2008, pag. VII.

<sup>9</sup> Pur con qualche eccezione, rappresentata ad esempio dall'ingegnere Guy Stewart Callendar, che nel 1938

reintroduce entro la comunità scientifica la teoria dell'effetto serra antropogenico proposta da Arhenius, senza tuttavia suscitare reazioni di rilievo. Anzi, nel 1951, l'autorevole *Compendium of Metereology dell'American Metereological Society* definisce inaccettabile l'idea che la produzione antropica di CO<sub>2</sub> possa influire sulla temperatura terrestre.

<sup>10</sup> Così si intitola la prima sezione della mostra.

<sup>11</sup> IPCC, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, USA, 2007.

<sup>12</sup> IPCC, op. cit., Cambridge, UK, New York, USA, 2007, pag. 265.

<sup>13</sup> IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, USA, 2007, pag. 2.

<sup>14</sup> CLAUDIO CASSARDO, LUCA MERCALLI (a cura di), *I tempi stanno cambiando. Come varia il clima: conoscenze attuali e scenari futuri*, catalogo della mostra, Torino, Museo Regionale di Scienze Naturali, 18 marzo 2008-11 gennaio 2009, Torino, 2008, pag. 12.

<sup>15</sup> Dati NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), ottenuti da satellite ad elaborati dal *Global Snow Lab*, <http://climate.rutgers.edu/snowcover/>.

<sup>16</sup> CLAUDIO CASSARDO, LUCA MERCALLI (a cura di), op.cit. Torino, 2008, pag. 23.

<sup>17</sup> Per un approfondimento sulla "scoperta delle Alpi", si vedano, tra gli altri, CLAUDE RAFFESTIN, *L'invenzione dei paesaggi peculiari*, in *Nostalgia del territorio e desiderio di paesaggio*, Alinea, Firenze, 2005, pagg. 77-84, e LUISA BONESIO, *Il paesaggio come rappresentazione*, in *Paesaggio, identità e comunità, tra locale e globale*, Diabasis, Reggio Emilia, 2007, pagg. 13-60.

<sup>18</sup> Tale approfondimento è uno dei frutti della ricerca, durata oltre 20 anni e sostenuta dalla Fondazione CRT, che ha comportato l'analisi della serie giornaliera di dati meteorologici torinesi dal 1753 ad oggi e lo studio di oltre tre secoli di cronache storiche, di opere d'arte e di letteratura dedicate alle atmosfere della città subalpina. I risultati della ricerca sono stati pubblicati entro il volume *Il clima di Torino*, a cura di Gennaro di Napoli e Luca Mercalli.

<sup>19</sup> CLAUDIO CASSARDO, LUCA MERCALLI (a cura di), op.cit. Torino, 2008, pag. 113.

<sup>20</sup> CLAUDIO CASSARDO, op. cit., Torino, 2008, pag. VII.

<sup>21</sup> [prudence.dmi.dk](http://prudence.dmi.dk)

<sup>22</sup> STEFANO CASERINI, *Cambiamenti climatici e paesaggio*, ri-View, 03, 2008.

<sup>23</sup> CLAUDIO CASSARDO, LUCA MERCALLI (a cura di), op.cit. Torino, 2008, pag. 93.

<sup>24</sup> Si veda in proposito la mappa redatta dalla EEA (*European Environmental Agency*) nel 2005, "Sensitivity to desertification and drought in the Mediterranean basin": emerge in modo evidente l'elevata criticità dell'area centro-meridionale di Spagna, Portogallo e Sicilia.

<sup>25</sup> Sono tre essenzialmente i modi in cui può reagire una specie vivente al riscaldamento atmosferico: adattandosi, migrando, oppure estinguendosi, nel caso il cambiamento climatico sia più rapido della capacità di adattamento o migrazione della specie.

<sup>26</sup> Il riferimento è alla strategia 20-20-20, approvata a gennaio 2008 dalla Commissione Europea e che prevede, per il 2020, -20% di emissioni di gas serra, 20% di energia prodotta da fonti rinnovabili, +20% di efficienza energetica.

<sup>27</sup> CLAUDIO CASSARDO, LUCA MERCALLI (a cura di), op.cit. Torino, 2008, pag. 91.