

I cambiamenti climatici : passato, presente e futuro

Autor(en): **Gaia, Marco**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bollettino della Società ticinese di scienze naturali**

Band (Jahr): **110 (2022)**

PDF erstellt am: **24.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1002947>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

I cambiamenti climatici: passato, presente e futuro

Marco Gaia

Centro regionale sud, MeteoSvizzera, 6600 Locarno-Monti, Svizzera

marco.gaia@meteosvizzera.ch

Riassunto: I cambiamenti climatici sono in atto e si manifestano anche nel Cantone Ticino. Le misurazioni confermano quanto essi siano reali pure nelle nostre regioni. Senza considerare le emissioni di gas ad effetto serra originate dall'attività umana a partire dalla Rivoluzione industriale, non saremmo in grado oggi di spiegare l'evoluzione del clima negli ultimi 50 anni. I modelli climatici, oltre ad aiutarci nell'interpretare quanto avvenuto in passato, ci permettono di dare uno sguardo al futuro. In Svizzera siamo incamminati verso un aumento generalizzato delle temperature in tutte le stagioni, verso estati sempre più asciutte e inverni più piovosi, ma meno nevosi a basse-medie quote e verso un regime di precipitazioni più concentrate in brevi periodi. Di quanto sarà l'ampiezza dei cambiamenti attesi nei prossimi 50-100 anni dipende da noi, dalle decisioni che prendiamo ora. Con una decisa azione globale di protezione del clima, abbiamo ancora la possibilità di limitare l'ampiezza dei cambiamenti climatici, che caratterizzeranno l'ambiente futuro in cui vivranno i nostri figli e nipoti.

Parole chiave: attività umana, cambiamenti climatici, Cantone Ticino, gas effetto serra

Climate change: past, present and future

Abstract: Climate change is taking place and manifesting itself in the Canton of Ticino. The measures confirm how climate change is real in our regions too. Without considering the emissions of greenhouse gas caused by human activity since the Industrial Revolution, today we would not be able to explain the evolution of the climate over the last 50 years. Climate models not only help us to interpret what has happened in the past, but also allow us to look to the future. In Switzerland, we are heading towards a generalized increase in temperatures in all seasons, increasingly dry summers and wetter but less snowy winters at low to medium altitudes, and a regime with precipitation more concentrated in short periods. How big these changes are expected to be in the next 50 to 100 years depends on us, on the decisions we make now. With a decisive global action to protect the climate, we still have a chance to limit the extent of climate change, which will characterize the future environment in which our children and grandchildren will live.

Keywords: Canton of Ticino, climate change, greenhouse gases, human activity

IL PASSATO: IL CLIMA È SEMPRE CAMBIATO, MA QUESTA VOLTA È DIVERSO

Tra 20 e 25'000 anni fa (Scapozza 2022) nel Cantone Ticino era ricoperto da uno strato di ghiaccio spesso 1'000-1'500 metri, da cui emergevano solo le vette più alte delle montagne delle Alpi Lepontine e delle Prealpi Luganesi. Eravamo verso la fine dell'ultimo massimo glaciale e la temperatura media sulla Terra era di circa 6 °C inferiore rispetto al periodo pre-industriale (Tierney 2020). Innescato da variazioni nel movimento orbitale della Terra attorno al Sole, tale periodo glaciale si può considerare come l'ultimo periodo in cui il clima della Terra fu marcatamente e globalmente diverso da quello che si è verificato in seguito fin alla metà del XX secolo. Usciti dal periodo di transizione, caratterizzato dalla fusione delle masse ghiacciate che ricoprivano buona parte dell'emisfero settentrionale, le con-

dizioni atmosferiche sulla Terra si stabilizzarono e per circa 10'000 anni non subirono più variazioni globali significative. Certo vi furono delle oscillazioni, come ad esempio quelle che hanno caratterizzato il periodo caldo medioevale (fra il 850/900 d.C.-1250/1300 d.C.) o la Piccola era glaciale (fra il 1300-1850/1860 d.C.) (Scapozza 2022), ma furono sostanzialmente eventi regionali e di ampiezza inferiore rispetto al periodo dell'ultima glaciazione (Neukom 2019). Il clima sulla Terra, intendendo con clima le condizioni meteorologiche medie registrate su un periodo di almeno 30 anni, è cambiato nel passato, per cause di volta in volta diverse, collegabili ad esempio alla naturale variabilità intrinseca al sistema climatico terrestre o alla variazione dei parametri dell'orbita della Terra attorno al Sole. A partire dalla Rivoluzione industriale qualcosa di nuovo, mai visto in precedenza nella storia umana, si affaccia e inizia a manifestarsi. Lo sviluppo tecnico e scientifico mette a disposizione dell'uomo macchinari e

tecnologie che gli permettono di estrarre dal sottosuolo carbone, petrolio e gas naturale, accedendo in questo modo a dei combustibili fossili ad alta densità energetica in grado di fornire quelle grandi quantità di energia di cui la nostra società ha giornalmente bisogno. In questo modo il naturale ciclo del carbonio, che da migliaia di anni regolava la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera inizia a venire stravolto. La combustione di carbone, petrolio e gas naturale porta inevitabilmente a un trasferimento di carbonio dal sottosuolo, dove giaceva da milioni di anni, all'atmosfera (sotto forma di anidride carbonica). Dalla Rivoluzione industriale ad oggi la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera è aumentata di circa il 50% passando da 280 ppm (parti per milione) agli odierni 420 ppm (parti per milione) (Lindsey 2022).

L'anidride carbonica, come altri gas quali il metano o il vapore acqueo, ha la capacità di assorbire in modo differenziato la radiazione elettromagnetica in funzione della sua lunghezza d'onda. Nell'atmosfera terrestre ciò fa sì che la radiazione proveniente dal Sole, radiazione a corta lunghezza d'onda (radiazione visibile), non venga praticamente assorbita, mentre la radiazione emessa a sua volta dalla Terra, a lunga lunghezza d'onda (radiazione infrarossa), venga assorbita in modo importante. È questa la base dell'effetto serra: senza gas come l'anidride carbonica l'atmosfera terrestre sarebbe praticamente trasparente alla radiazione infrarossa emessa dalla superficie della Terra e l'equilibrio fra energia in arrivo dal Sole e quella che lascia la Terra porterebbe il nostro pianeta ad avere una temperatura

media di circa -18 °C. In altre parole, la Terra sarebbe decisamente gelida e inospitale per le forme di vita che conosciamo. Grazie all'effetto serra la temperatura media della Terra aumenta di circa 33 °C (WMO 2022): la presenza nell'atmosfera di gas come l'anidride carbonica porta dunque ad un riscaldamento degli strati inferiori dell'atmosfera e di conseguenza la temperatura media terrestre risale dai -18 °C ai circa +15 °C che conosciamo da migliaia di anni, pur con le oscillazioni citate poc'anzi.

Tanto quanto la produzione di anidride carbonica dai processi di combustione degli idrocarburi è un fenomeno di base della chimica, tanto l'effetto serra è un fenomeno di base della fisica. Noto e studiato già a partire dalla metà del XIX secolo, si veda ad esempio Arrhenius (1896). Ci volle poco per gli scienziati di allora per rendersi conto che con l'attività umana, l'effetto serra veniva rafforzato da una componente antropica, che avrebbe potuto innescare un riscaldamento globale (Mercalli 2019).

IL PRESENTE: IL CLIMA STA CAMBIANDO; ANCHE DA NOI

La regione alpina, una zona molto delicata

Gli scienziati del XIX secolo non avevano nessuna possibilità di verificare sperimentalmente le loro ipotesi. Con il passare del tempo, anno dopo anno, utilizzando in modo massiccio i combustibili fossili, l'esperimento

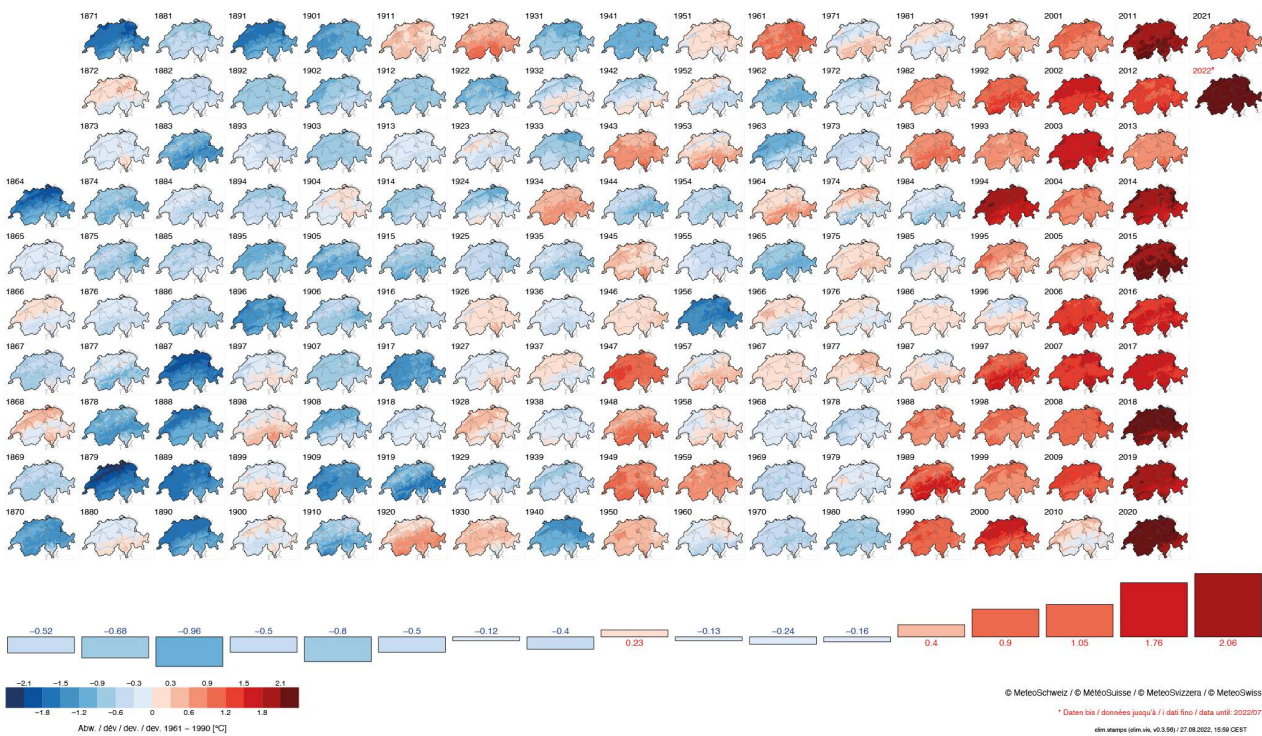


Figura 1: Rappresentazione grafica dell'andamento della temperatura annuale in Svizzera dal 1864. Il riferimento è dato dalla norma 1961-1990, utilizzata a livello internazionale come riferimento per lo studio dei cambiamenti climatici. Colorazioni azzurre / blu indicano anni con temperature inferiori alla norma 1961-1990, colorazioni arancioni / rosse indicano anni con temperature superiori alla norma 1961-1990. L'istogramma in basso indica il valore della temperatura media calcolata sull'intera Svizzera su un intero decennio. Il decennio 2011-2020 è stato quello più caldo da quando si effettuano misure sistematiche. I cinque anni più caldi si sono verificati tutti in tale decennio (fonte dei dati: MeteoSvizzera).

è stato – inconsapevolmente – svolto e oggi, un buon secolo e mezzo di dati testimoniano il riscaldamento globale in atto. Nel mondo, in Svizzera e in Ticino. Il riscaldamento misurato in Svizzera dall'inizio delle misurazioni sistematiche nel 1864 è descritto nella figura 1. In Svizzera disponiamo di misure meteorologiche sistematiche dal 1864. Da allora la temperatura media annuale è aumentata di circa 2 °C (UFAM & MeteoSvizzera 2020), che è suppergiù il doppio rispetto all'aumento su scala globale, stimato dall'ultimo rapporto IPCC in 1.07 °C (IPCC 2021). Nella regione alpina il riscaldamento globale si manifesta dunque in modo più marcato rispetto ad altre regioni della Terra. Fra i motivi che spiegano questa differenza ne citiamo due. Da un lato la lontananza della regione alpina dai mari e dagli oceani fa sì che non si risenta dell'elevato calore specifico dell'acqua, ben superiore a quello del terreno o delle rocce. Dall'altro con la diminuzione della durata del periodo con neve al suolo, rispettivamente della perdita di superficie glaciale, l'albedo nella regione alpina sta diminuendo e vi è più energia proveniente dal Sole che viene assorbita dal terreno. Fra il versante nordalpino e quello sudalpino il riscaldamento registrato non è uguale. Per ragioni non ancora del tutto chiarite il versante nordalpino si è scaldato in misura leggermente superiore rispetto al versante sudalpino.

Il clima è cambiato, anche in Ticino

Sono numerosi gli indicatori che permettono di descrivere come anche nel Cantone Ticino il clima sia cambiato negli ultimi 50-70 anni. Una rassegna di tali indicatori è descritta in MeteoSvizzera (2012, 2021). Come per altre regioni, il segnale più evidente fra gli indicatori meteorologici è quello che riguarda gli indici termici. Per quel che riguarda gli indici collegati alla precipitazione, il segnale non è ancora così robusto e statisticamente significativo, ma inizia comunque ad essere presente. Senza pretesa di completezza citiamo alcuni esempi di cambiamenti registrati al Sud delle Alpi:

- Il numero di giorni estivi (giornate con temperatura massima uguale o superiore a 25 °C) a Lugano è aumentato dal 1960 al 2020 di circa 8 giorni al decennio, passando da 40 a più di 80 all'anno.
- Il numero di giorni di gelo (giornate con temperatura inferiore a 0 °C) a Locarno-Monti è diminuito dal 1960 al 2020 di circa 4 giorni al decennio, passando da poco più di 40 a poco meno di 20 all'anno.
- Il numero di giorni con neve fresca (giornate in cui in 24 ore nevica almeno 1 cm di neve) a S. Bernardino è diminuito dal 1960 al 2020 di circa 3 giorni al decennio, passando indicativamente da 60 a 40 all'anno.
- La precipitazione massima su 1 giorno a Lugano è aumentata dal 1960 al 2020 di circa il 3% a decennio, passando da circa 75-80 mm a circa 100 mm. Questo aumento è al di sotto della soglia della significatività statistica.

Le cause dei cambiamenti osservati

Le misure sperimentali non sono però sufficienti per confermare la bontà delle ipotesi formulate nel XIX secolo sul rafforzamento dell'effetto serra a seguito delle

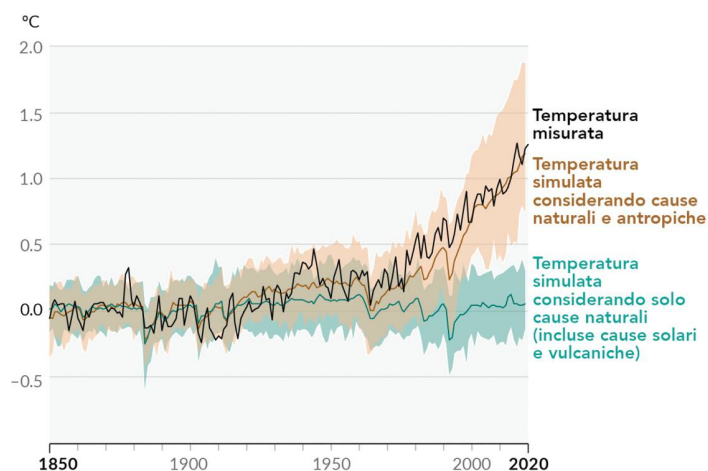


Figura 2: Andamento della variazione della temperatura media sulla Terra misurata (in nero) e simulata dai modelli climatici (in colore), rispetto all'epoca preindustriale. La banda colorata in tonalità rossastra indica le simulazioni calcolate tenendo conto sia dei processi naturali sia di quelli antropici, come l'aumento della concentrazione dei gas ad effetto serra a seguito delle attività umane. La banda colorata in tonalità blu-verde indica le simulazioni calcolate tenendo conto esclusivamente dei processi naturali (fonte: IPCC 2021).

attività umane. Bisogna ancora escludere altre possibili cause. A questo proposito entrano in gioco i modelli climatici, quei raffinati programmi informatici in grado di risolvere le complesse equazioni che descrivono e simulano ciò che avviene all'interno del sistema climatico terrestre. Essi non prendono in considerazione esclusivamente ciò che avviene nell'atmosfera, ma cercano di considerare il più possibile anche le interazioni con la vegetazione, la criosfera, il terreno, gli oceani (e l'elenco non è esaustivo). Una volta sviluppati, i modelli climatici vengono innanzitutto testati sul passato. Vale a dire si verifica se sono in grado di ricostruire quello che è avvenuto, ad esempio negli ultimi 100 anni, nel sistema climatico terrestre. L'aspetto interessante è che queste ricostruzioni possono essere calcolate sui supercalcolatori innumerevoli volte, modificando di volta in volta le configurazioni del modello climatico. I risultati di queste simulazioni danno la conferma che il riscaldamento globale che osserviamo in modo marcato dalla seconda metà del XX secolo trae origine, in particolare, dall'aumento delle concentrazioni di gas ad effetto serra a seguito delle attività antropiche. Non è l'unica causa, ma di gran lunga quella principale (IPCC 2021). Infatti, solo se nei modelli climatici si imposta una configurazione tale da considerare realisticamente l'aumento misurato delle concentrazioni dei gas ad effetto serra per effetto delle attività antropiche si riesce a ricostruire il riscaldamento globale e gli altri cambiamenti climatici che osserviamo dalla metà del XX secolo (si veda a questo proposito la figura 2). Lo stato attuale delle conoscenze scientifiche conferma le ipotesi degli scienziati del XIX secolo.

I medesimi modelli climatici permettono anche di effettuare quelli che si chiamano studi di attribuzione: ossia quegli studi volti a stimare se un evento meteorologico specifico possa essere stato favorito nel suo insorgere dai cambiamenti climatici degli ultimi decenni. Il risul-

tato è chiaro: già oggi assistiamo ad eventi che in un sistema climatico non modificato dalle attività umane ben difficilmente si sarebbero verificati. Ad esempio l'ondata di caldo avvenuta nel luglio 2021 sulle coste occidentali canadesi avrebbe avuto, in un sistema climatico non perturbato, una probabilità 150 volte inferiore di accadere (Philip et al. 2021).

IL FUTURO: CLIMA CONTINUERÀ A CAMBIARE. DI QUANTO LO DECIDIAMO NOI

Il clima del futuro

I modelli climatici utilizzati per ricostruire il clima del passato, sono usati per dare uno sguardo al futuro. L'andamento delle concentrazioni di gas ad effetto serra nel futuro, però, non lo conosciamo. Per questo motivo i modelli climatici lavorano con delle ipotesi di scenari di emissione, denominati nel V rapporto IPCC: RCP - Representative Concentration Pathways (IPCC 2014). La sigla RCP ricorre spesso nella letteratura sui cambiamenti climatici e fa, appunto, riferimento agli scenari che ipotizzano come si trasformerà la nostra società e di come evolveranno le emissioni di gas ad effetto serra. Ad esempio, lo scenario RCP2.6 descrive una società che adotta rapidamente i necessari cambiamenti per ridurre drasticamente le emissioni di gas ad effetto serra. Lo scenario RCP8.5 per contro descrive una società "business as usual", ossia una società che continuerà anche in futuro ad utilizzare in modo massiccio i combustibili fossili.

Nel 2018 MeteoSvizzera, assieme ad alcune università e politecnici svizzeri, ha elaborato gli scenari climatici CH2018 (NCCS 2018) che descrivono le possibili evoluzioni del clima in Svizzera fino alla fine del secolo in corso, in funzione di alcuni scenari di emissione dei gas ad effetto serra. In sintesi, la Svizzera si è incamminata verso un rialzo generalizzato delle temperature in tutte le stagioni, estati più asciutte e calde, inverni più piovosi e con nevicate a basse quote sempre più rare, e precipitazioni che tendono a concentrarsi su brevi intervalli di tempo inframmezzati da periodi prolungati tendenzialmente asciutti o poco piovosi. L'insieme dei risultati è disponibile sul sito del National Center for Climate Services: www.nccs.ch. Le tabelle 1 A - 1 D riassumono a mo' di esempio alcune variazioni attese per alcuni indicatori climatici per quattro località scelte del versante sudalpino.

Faremo ancora dei pupazzi di neve?

A questa domanda pertinente, la risposta corretta non è quella più scontata (quella che si darebbe "di pancia"), vale a dire "no". Se il riscaldamento globale continuerà, a prima vista viene da pensare che prima o poi le condizioni per avere della neve che cade fino a basse quote non ci saranno più. In realtà, nel dare questa risposta, si dimentica la variabilità naturale che caratterizza quel complesso e non-lineare sistema che è l'atmosfera terrestre. Questa variabilità naturale da sempre è presente nel clima della regione alpina, facendoci passare in pochi giorni dal caldo al freddo, da un mese senza precipi-

Tabella 1: Valori attesi di quattro indicatori climatici per altrettante località scelte del versante sudalpino: A) numero annuale di giorni estivi (giornate con temperatura massima uguale o superiore a 25 °C); B) numero annuale di notti tropicali (giornate con temperatura minima uguale o superiore a 20 °C); C) Numero annuale di giorni di gelo (giornate con temperatura minima inferiore 0 °C); D) Variazione percentuale delle precipitazioni estive, invernali e annuali per il versante sudalpino. RCP2.6: scenario con emissioni molto limitate, RCP8.5: scenario con emissioni intense (fonte: NCCS 2018).

A			
Sito	Osservati 1981-2010	2085 RCP2.6	2085 RCP8.5
Stabio	73.2	84.8 - 97.9	116.1 - 141.2
Locarno-Monti	68.7	78.6 - 94.6	118.0 - 140.1
Piotta	23.4	32.0 - 45.1	70.8 - 110.5
S. Bernardino	0.7	1.3 - 5.1	14.9 - 64.3

B			
Sito	Osservati 1981-2010	2085 RCP2.6	2085 RCP8.5
Stabio	0.5	2.1 - 6.9	21 - 53.6
Locarno-Monti	8	13.4 - 26.7	52.3 - 83.5
Piotta	0	0 - 0.2	0.9 - 16.1
S. Bernardino	0	0 - 0	0 - 4.5

C			
Sito	Osservati 1981-2010	2085 RCP2.6	2085 RCP8.5
Stabio	100.7	75.9 - 95.2	34.9 - 51.5
Locarno-Monti	30.3	12.4 - 25.0	1.2 - 8.0
Piotta	113.6	88.5 - 107.3	49.8 - 75.3
S. Bernardino	176.8	151.1 - 172.1	108.5 - 132.0

D		
Intero versante sudalpino	2085 RCP2.6	2085 RCP8.5
Estate	-17.3% - +16.7%	-38.2% - +7%
Inverno	-15.1% - +33.4%	9.1% - +49.8%
Somma annuale	-6.2% - +13.0%	-9.5% - +11.7%

tazioni al mese successivo ricco di pioggia, da un anno tiepido a un anno torrido. Anche in una Svizzera gradualmente più calda potrà ancora capitare un inverno in cui la neve scenderà fino a basse quote, magari più volte nel medesimo anno. Quello che è già diminuito, e che continuerà a diminuire, è la frequenza con la quale la nevicata si verificherà. Ad esempio attorno agli anni '60 del secolo scorso ad Airolo si osservavano durante un inverno circa 40 giorni di neve fresca (giornate in cui nevica almeno 1 cm). Oggigiorno se ne osservano poco più di 20 e nella seconda parte del XXI secolo, in assenza di efficaci provvedimenti di protezione del clima a livello globale, ce ne aspettiamo da 5 a 10 (NCCS 2018). Dunque la risposta alla domanda iniziale è sì, i nostri nipotini potranno ancora fare pupazzi di neve, anche se a in modo più sporadico rispetto al numero di volte che l'abbiamo fatto noi, quando eravamo bambini.

Gestire l'inevitabile, evitare l'ingestibile

Sia gli scenari climatici CH2018 (NCCS 2018), sia il VI rapporto IPCC (2021) mostrano chiaramente che abbiamo ancora la possibilità di intervenire: l'ampiezza dei cambiamenti climatici nel XXI secolo dipenderà dalle decisioni che prenderemo in questi anni e dalla velocità con cui riusciremo a decarbonizzare la nostra società. Il futuro è nelle nostre mani, oggi.

I meccanismi naturali che portano ad un'estrazione dell'anidride carbonica dall'atmosfera non sono in grado di portare ad una rapida diminuzione dell'anidride carbonica introdotta a partire dalla Rivoluzione industriale dalle attività umane. Tenzialmente l'anidride carbonica "in surplus" rimane per alcuni secoli nell'atmosfera, continuando ad interagire nel bilancio energetico del pianeta Terra. Anche se si riuscisse nel giro di una notte a portare a zero le emissioni antropiche di gas ad effetto serra, quanto abbiamo già emesso a partire dalla Rivoluzione industriale impedisce ed esclude un rapido ritorno alle condizioni di 50 o 100 anni fa. Sul versante sudalpino la temperatura annuale media a fine del secolo in corso salirà rispetto al periodo 1981-2020 di circa 0.7-1.8 °C con lo scenario di emissioni più virtuoso (RCP2.6), a fronte di un aumento di 3.4-5.8 °C nel caso dello scenario più pessimistico (RCP8.5 - chiamato anche "business as usual") (NCCS 2018) (Fig. 3).

Dei cambiamenti climatici sono dunque inevitabili e innescheranno una serie di impatti sull'ambiente e sulla nostra società che dovranno essere gestiti tramite adeguati provvedimenti di adattamento. Esempi di provvedimenti di adattamento si possono trovare sul sito dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM 2018). Gestire l'inevitabile non è però sufficiente. Diventa imperativo evitare l'ingestibile. Vale a dire evitare l'innescò di cambiamenti i cui impatti richiederebbero dei costi spropositati o che addirittura non si lasciano vera-

mente più gestire. L'estinzione di una specie vegetale o animale è un processo irreversibile, non si può più tornare indietro. Una volta che un'isola è completamente sommersa, è persa per sempre (perlomeno prendendo come unità di misura la durata della vita umana). È questo il senso delle soglie di 1.5 °C, rispettivamente 2 °C, concordate nell'Accordo di Parigi (UNCC 2015). Al di là di queste soglie gli impatti dovuti ai cambiamenti climatici diventano sempre più complessi e costosi da gestire. È nell'interesse di tutti, riuscire a rispettarle.

ALCUNE CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Secondo alcuni autori la sostanziale stabilità climatica degli ultimi 10'000 anni ha contribuito in modo determinante allo sviluppo della società umana così come la conosciamo (Diamond 2005). Questa sostanziale stabilità ha permesso all'uomo di sviluppare delle tecniche, dei materiali e delle abitudini che ci permettono di vivere in equilibrio con le condizioni ambientali. Si pensi ad esempio alle canalizzazioni o agli alvei dei fiumi dimensionati per smaltire le acque generate dalle precipitazioni tipiche di una regione. Oppure ai sistemi di climatizzazione dimensionati a loro volta per mantenere condizioni termiche accettabili negli edifici in cui lavoriamo e viviamo. Siamo sostanzialmente una "società a norma". Fin quando le condizioni ambientali rimangono attorno alla norma climatica, va tutto bene. Quando invece esse si discostano troppo dalla norma, allora iniziamo a soffrire, andiamo in crisi e cominciano i problemi. Dobbiamo correre ai ripari e, se lo scostamento dalla norma diventa duraturo, procedere ad adattarci, sempre che ciò sia possibile. Un discorso simile si può fare anche per le specie animali e vegetali, con la differenza che per esse i processi di adattamento seguono i

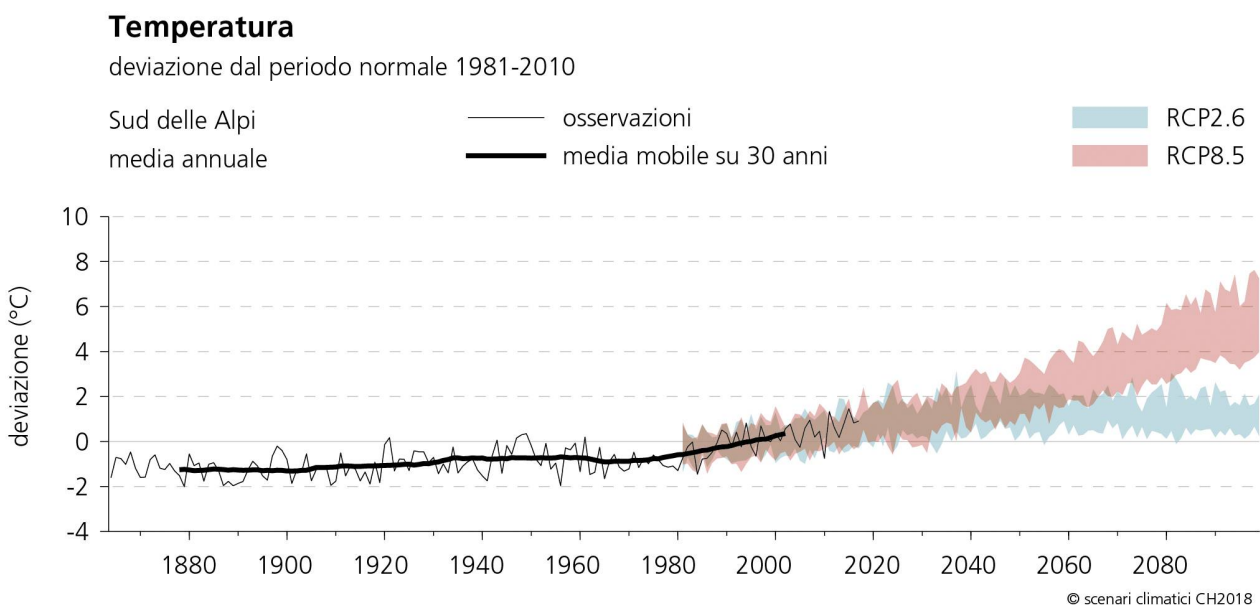


Figura 3: L'andamento della temperatura sul versante sudalpino secondo due scenari climatici, rispetto alla temperatura media calcolata sul periodo 1981-2010. Lo scenario denominato RCP2.6 (in azzurro) è uno scenario in cui si adotteranno degli efficaci provvedimenti a protezione del clima a livello globale, mentre lo scenario RCP8.5 (in rosa scuro) è uno scenario senza particolari provvedimenti di protezione del clima (il cosiddetto scenario "business as usual"); (fonte: Atlante interattivo CH2018 (NCCS 2018)).

tempi e i ritmi dati dai processi biologici, su scale temporali che in molti casi potrebbero essere incompatibili con la rapidità con cui stanno avvenendo gli attuali cambiamenti climatici indotti dall'attività umana. Se l'adattamento per la società umana è ancora un'opzione praticabile, per alcune specie animali e vegetali rischia di non poterlo più essere (p.es. Widmer et al. 2021).

Il clima sta cambiando. Anche da noi. I cambiamenti climatici interessano tutto il mondo, nessuna regione esclusa. Chi obietta che il clima è già cambiato più volte in passato, difficilmente si lascerà convincere da argomentazioni scientifiche che mettono in evidenza come gli attuali cambiamenti non si possono spiegare con cause puramente non antropiche oppure che essi sono molto più veloci e di ampiezza superiore rispetto ai cambiamenti climatici del passato che ci sono noti. Vi è un'altra considerazione che magari può far breccia. I cambiamenti climatici del passato, recente o remoto, sono stati sostanzialmente affrontati dai nostri antenati con una tecnica che oggi non è più applicabile: la migrazione. Quando le condizioni ambientali di una regione, direttamente influenzate da quelle meteorologiche, non permettevano più di vivere, ci si spostava. Su di una Terra scarsamente popolata migrare era possibile ed efficace. Oggi è differente. La Terra è così popolata che ogni spostamento innesca attriti e conflitti sociali. "Andare un po' più in là", non è più una soluzione proponibile.

L'ultimo rapporto IPCC (2021) consiste in migliaia di pagine che racchiudono lo stato attuale delle conoscenze scientifiche sui cambiamenti climatici. Si può provare a fare un esercizio di stile e riassumerle in meno di 20 parole. I cambiamenti climatici sono:

- Reali.
- Pericolosi.
- Indotti dalle attività umane.
- Il consenso scientifico è sufficientemente robusto per decidere.
- Possiamo ancora fare qualche cosa.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

Arrhenius S. 1896. On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground, *Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41: 237-276.

Diamond J. 2005. Collasso, Einaudi.

IPCC 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

IPCC 2021. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3-32.

Lindsey R. 2022. Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide> (ultima consultazione 10.7.2022).

Mercalli 2019. *Il clima che cambia*, Rizzoli.

MeteoSvizzera 2012, Rapporto sul clima – Cantone Ticino 2012, rapporto di lavoro no. 239, Ufficio federale di meteorologia e climatologia - MeteoSvizzera https://www4.ti.ch/fileadmin/DT/temi/aria/clima/01_Rapporto_clima_Ticino.pdf (ultima consultazione 17.2.2022).

MeteoSvizzera 2021. Rapporto sul clima 2020. Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera, <https://www.meteosvizzera.admin.ch/home/clima/il-clima-della-svizzera/rapporti-sul-clima.html> (ultima consultazione 17.7.2022).

NCCS 2018. Atlante interattivo CH2018, <https://www.nccs.admin.ch/nccs/it/home/dati-e-libreria-multimediale/dati/atlan-te-interattivo-ch2018.html> (ultima consultazione 10.7.2022).

Neukom R., Steiger N., Gómez-Navarro J.J., Wang J. & Werner J.P. 2019. No evidence for globally coherent warm and cold periods over the pre-industrial Common Era, *Nature*, 571: 550-554.

Philip S. Y. et al. 2021. Rapid attribution analysis of the extraordinary heatwave on the Pacific Coast of the US and Canada June 2021. <https://www.worldweatherattribution.org/western-north-american-extreme-heat-virtually-impossible-without-human-caused-climate-change/> (ultima consultazione 8.7.2022).

Scapozza C. 2022. Il Quaternario: quadro cronostratigrafico e oscillazioni climatiche dall'Ultimo Massimo Glaciale (UMG/LGM) al presente, *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali* – 110: 141-146.

Terney J. E. et al. 2020. Glacial cooling and climate sensitivity revisited, *Nature*, 584: 569-573.

UFAM 2018, Programma pilota - Adattamento ai cambiamenti climatici, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/adattamento-cambiamento-climatico/programma-pilota.html> (ultima consultazione 10.7.2022).

UFAM & MeteoSvizzera 2020. I cambiamenti climatici in Svizzera. Indicatori riguardanti cause, effetti e misure. *Stato dell'ambiente n. 2013*, 105 pp.

UNCC 2015. The Paris Agreement: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (ultima consultazione 13.8.2022).

Widmer I., Mühlethaler R., Baur B., Gonseth Y., Guntern J., Klaus G., Knop E., Lachat T., Moretti M., Pauli D., Pellissier L., Sattler T. & Altermatt F. 2021. La diversité des insectes en Suisse: importance, tendances, possibilités d'action. In *Swiss Academies Reports*, 16: 108 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5144800> (ultima consultazione 27.7.2022).

WMO 2022. Greenhouse gases <https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/greenhouse%20gases> (ultima consultazione 10.7.2022).