

Collana Sapienza per tutti 22



# Il clima che cambia

*Passato e presente*

Franco Bruno



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ EDITRICE

2024

Copyright © 2024

**Sapienza Università Editrice**

Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

[www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it)

[editrice.sapienza@uniroma1.it](mailto:editrice.sapienza@uniroma1.it)

ISBN 978-88-9377-331-7

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

*Registry of Communication Workers registration n. 11420*

Finito di stampare nel mese di giugno 2024 presso Sapienza Università Editrice

*Printed in June 2024 by Sapienza Università Editrice*

La traduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo (compresi microfilm, film, fotocopie), nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i Paesi. L'editore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare, per eventuali involontarie omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti e/o delle foto.

*All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording or any other information storage and retrieval system, without prior permission in writing from the publisher. All eligible parties, if not previously approached, can contact the publisher directly in case of unintentional omissions or incorrect quotes of sources and/or photos.*

In copertina | *Cover image*: Immagine catastrofica dell'allagamento di un centro abitato per la rottura degli argini di un corso d'acqua, a seguito di precipitazioni abbondanti in pochissimo tempo. Immagini come questa, pur create dall'intelligenza artificiale, rispecchia una realtà quasi quotidiana, creata questa volta dai cambiamenti del clima.

# Il clima che cambia.

## Passato e presente

Il bilancio energetico della Terra è un equilibrio delicato tra la radiazione incidente e l'energia termica emessa. La maggior parte delle radiazioni incidenti (circa il 70%) viene assorbito dal pianeta, riscaldandolo, il resto viene disperso nello spazio. Ma  $\text{CO}_2$  e vapor d'acqua nell'atmosfera assorbono energia termica che invece di disperdersi viene re-indirizzata verso la Terra. È il fenomeno, ormai a tutti noto, dell'effetto serra, che pur essenziale per la vita sulla Terra, se amplificato dalle attività antropiche determina l'incremento del riscaldamento globale, con conseguenze significative sugli ecosistemi, sulle risorse idriche e sugli organismi animali e vegetali, compreso l'uomo. Dal punto di vista naturale il bilancio energetico della Terra e la composizione della sua atmosfera sono dunque strettamente connessi favorendo il clima e le condizioni che supportano la vita sul nostro pianeta.

Variando l'entità delle radiazioni incidenti o dell'effetto serra il clima cambia, anche in passato è sempre cambiato, ovviamente per cause naturali, per cui gli studi sul clima comprendono l'analisi di dati storici, l'osservazione di tendenze a lungo termine, e l'uso di modelli per prevedere possibili scenari futuri. Ma l'atmosfera è un sistema complesso non-prevedibile (*E. Lorentz, MIT, teoria del caos*). Nei modelli di previsione si è visto che l'errore iniziale raddoppia ogni 5 giorni per cui essendo il sistema caotico, non lineare, si ha una limitazione nelle capacità di previsione (*per l'appunto al massimo di 5 giorni*). I modelli sono dunque materia tipica del tempo meteorologico, del clima dobbiamo invece prendere in considerazione storia e tendenze a lungo termine, per tentare di prevedere cosa ci potremmo aspettare se, continuando a moltiplicare l'effetto serra, il clima virasse in una fase stabile anomala.

Le attività umane allora possono causare cambiamenti del clima come gli eventi naturali del passato? Ci stiamo avvicinando! Con le emissioni di anidride carbonica stiamo infatti marcando una nuova era, come alcuni la definiscono, *l'Antropocene*, tutto da scoprire, a nostre spese purtroppo.

È vero, il clima, come media del tempo calcolata su un periodo di almeno trenta anni, inclusi gli estremi stagionali e le variazioni sia locali che regionali o globali, non è mai stabile a lungo, è sempre in cambiamento. È cambiato in passato e nulla suggerisce che non continui a cambiare anche nel prossimo futuro. Ma per un esame di dati storici dobbiamo andare molto più indietro nel tempo, di diverse migliaia di anni, partendo da quanto sappiamo essere accaduto.

Restiamo per ora nel Pleistocene che ha visto almeno 4 grandi glaciazioni (*la più antica Günz, Mindel, Riess e Würm, la più recente*), più una serie di episodi più brevi con altrettanti periodi interglaciali, nell'ultimo dei quali, quello attuale, ci troviamo noi con il nostro sviluppo industriale e tecnologico. L'ultima glaciazione, quella di Würm, si considera terminata 14-10.000 anni fa. Da allora il riscaldamento globale, cioè la variazione del clima viene considerata naturale se di 1 °C ogni 1.000 anni. Se invece aumenta di 1 °C ogni 100 anni dobbiamo considerare un fattore di rapidità di 10 volte ( $k = 10$ ) superiore, se l'aumento dovesse essere di 2-4 °C, il fattore  $K$  aumenterebbe di 20-40 volte.

Secondo una teoria, basata su modelli matematici, (*elaborata dai forestali svizzeri sul finire del secolo scorso*) impostata sul raddoppio dei livelli di  $CO_2$  nel 2050, la Terra subirebbe un riscaldamento globale compreso tra 1 e 4 gradi Celsius. Le foreste di Faggio svizzere (*il colore verde della figura in basso*) subirebbero una drastica riduzione di areale. Per analogia, lo stesso potrebbe accadere alle nostre faggete, che si trovano più o meno alle stesse quote.

Appena 18.000 anni fa la Terra era in preda a un'ondata di freddo in piena glaciazione Würm. Alcuni scienziati ritengono che ci troviamo ancora in era glaciale, ma nella parte relativamente più calda. In piena era glaciale enormi lastre di ghiaccio dello spessore di diversi km, ricoprivano buona parte dell'emisfero settentrionale in Europa e in America. Attualmente però, i ghiacciai coprono solo il 10% circa della superficie terrestre; la maggior parte si trova nelle calotte glaciali, in Groenlandia e in Antartide. I ghiacciai alpini, in forma di digitazioni che si estendono lungo le valli fluviali, sono da anni ormai in fase di scioglimento e di ritiro. Lo stesso destino mostrano i ghiacciai artici e antartici.







COLLANA SAPIENZA PER TUTTI

Per informazioni sui volumi precedenti della collana, consultare il sito:  
[www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it) | *For information on the previous volumes included  
in the series, please visit the following website: [www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it)*

11. La vita sulla Terra  
Origine ed evoluzione  
*Franco Bruno*
12. La Terra  
Un pianeta tranquillo?  
*Franco Bruno*
13. Le piante terrestri  
Origine ed evoluzione  
*Franco Bruno*
14. Il fiore degli dei  
Desiderio dei mortali  
*Franco Bruno*
15. Amori e inganni nelle piante  
Ovvero tecniche di sopravvivenza  
*Franco Bruno*
16. Orchid's velamen  
A thousand piece puzzle  
*Franco Bruno*
17. CO<sub>2</sub>, una molecola assassina!  
Minaccia il patrimonio forestale italiano?  
*Franco Bruno*
18. mRNA  
Lettera al popolo degli indecisi  
*Franco Bruno*
19. La guerra dei crani  
Le origini, dai primi *Ominidi* ai *Sapiens*  
*Franco Bruno*
20. Roma città verde  
Giardino d'Europa?  
*Franco Bruno*
21. Fossili viventi  
Siamo circondati!  
*Franco Bruno*
22. Il clima che cambia  
Passato e presente  
*Franco Bruno*
23. L'albero del drago  
Soqotra, paradiso di diversità  
*Franco Bruno e Fabio Attorre*
24. Biodiversità  
Animale e vegetale  
*Franco Bruno*

