

An abstract painting with a textured surface. The colors are primarily shades of green, yellow, and white, with some dark brown and black accents. The brushstrokes are thick and expressive, creating a sense of depth and movement. The overall composition is vertical and somewhat chaotic, with various shades of green and yellow dominating the scene.

Cambiamento Climatico 2021: Sintesi per tutti

Meteorologia, clima e IPCC

Indipendentemente dal luogo in cui viviamo, tutti sperimentiamo il “tempo atmosferico”: cioè come le condizioni della nostra atmosfera cambiano nel corso dei minuti, delle ore, dei giorni, o delle settimane. Tutti sperimentiamo anche il clima: cioè la media delle condizioni meteorologiche di un luogo, calcolata su diversi decenni. Il cambiamento climatico si verifica quando queste condizioni medie iniziano a cambiare per cause naturali o provocate dalle attività umane. L'aumento delle temperature, le variazioni delle precipitazioni, l'aumento degli eventi meteorologici estremi sono tutti esempi dei cambiamenti climatici, ma ce ne sono molti altri.

Nel 1990, il primo rapporto dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) concludeva che il cambiamento climatico causato dall'uomo sarebbe stato presto evidente, ma non poteva ancora confermare che fosse già in corso. Oggi, a distanza di circa 30 anni, le prove che le attività umane hanno modificato il clima sono schiaccianti.

Centinaia di scienziati di tutto il mondo contribuiscono a produrre i rapporti dell'IPCC. Le loro conclusioni si basano su diversi tipi di prove scientifiche, tra cui:

- Misure o osservazioni, talvolta risalenti a più di un secolo fa;
- Indici paleoclimatici (cioè molto antichi) risalenti a migliaia o milioni di anni fa (ad esempio gli anelli degli alberi e le carote di sedimenti o di ghiaccio);
- Modelli numerici che esaminano i cambiamenti passati, attuali e futuri (vedi box *Cosa sono i modelli climatici?* a pagina 9);
- La comprensione scientifica del funzionamento del clima (processi fisici, chimici e biologici).

Rispetto a quando l'IPCC ha iniziato il suo lavoro, oggi disponiamo di molti più dati e di modelli climatici migliori. Ora comprendiamo meglio come l'atmosfera interagisce con gli oceani, i ghiacci, le nevi, gli ecosistemi e le terre emerse del nostro pianeta. Le simulazioni climatiche al computer sono notevolmente migliorate e oggi forniscono analisi retrospettive e proiezioni future molto più dettagliate. Inoltre, da decenni abbiamo aumentato le emissioni di gas serra, rendendo più evidenti gli effetti del cambiamento climatico (vedi box *Cosa sono i gas serra?* a pagina 6). Di conseguenza, l'ultimo rapporto IPCC è in grado di confermare e rafforzare le conclusioni dei rapporti precedenti.

Quali sono gli argomenti di questa sintesi?

- Il Cambiamento Climatico Oggi: quali cambiamenti si sono già verificati e come sappiamo che l'uomo ne è responsabile;
- Il Nostro Clima Futuro: quali cambiamenti potrebbero verificarsi in futuro a seconda delle azioni che intraprenderemo;
- Limitare i Cambiamenti Climatici Futuri: cosa è necessario fare per impedire che la temperatura globale continui a salire.

Il Cambiamento Climatico Oggi

Il riscaldamento globale ha già causato cambiamenti diffusi, rapidi e sempre più intensi. Alcuni cambiamenti non hanno precedenti in migliaia o addirittura milioni di anni

Il cambiamento climatico non si riferisce solamente a un riscaldamento globale; stanno avvenendo cambiamenti diffusi nell'atmosfera, nelle terre emerse, negli oceani e nei ghiacci. L'elenco seguente e il Grafico A forniscono una panoramica dei cambiamenti climatici che stiamo osservando in tutto il mondo.



Atmosfera

- Tra il 2011 e il 2020, la temperatura media della superficie terrestre è aumentata di 1,1°C rispetto alla temperatura media della fine del XIX secolo (prima della rivoluzione industriale) e risulta più calda di qualsiasi altro periodo degli ultimi 100.000 anni.
- Ognuno degli ultimi quattro decenni è stato più caldo di qualsiasi altro decennio dal 1850 a oggi. Il mondo si sta riscaldando più velocemente che in qualsiasi altro periodo degli ultimi duemila anni.
- I livelli di gas serra nell'atmosfera continuano ad aumentare a causa delle nostre emissioni. Le concentrazioni di anidride carbonica (CO₂) sono le più alte degli ultimi 2 milioni di anni. Le concentrazioni di metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O) sono le più elevate rispetto ad almeno gli ultimi 800.000 anni (vedi box *Cosa sono i gas serra?* a pagina 6).

Terre emerse

- Le precipitazioni sulla terraferma sono aumentate a partire dagli anni Cinquanta. Nelle regioni tropicali piove sempre di più durante le stagioni umide e sempre meno durante le stagioni secche.
- Molte specie vegetali e animali si sono spostate più vicino ai poli e a quote più elevate, per seguire gli spostamenti delle zone climatiche.
- Per alcune specie vegetali dell'emisfero nord, la stagione di crescita si è allungata (fino a 14 giorni in più dagli anni Cinquanta) e, in generale, la superficie terrestre è diventata più verde dall'inizio degli anni Ottanta.

Ghiacci

- Molte delle aree ghiacciate della Terra stanno rapidamente fondendo. In generale, le nevicate stanno diminuendo. Il ritiro generalizzato dei ghiacciai dal 1950 è senza precedenti da almeno 2.000 anni.
- L'area del Mar Glaciale Artico coperta dal ghiaccio marino in estate è ora del 40% meno estesa rispetto agli anni Ottanta, la minore estensione mai registrata, e ha raggiunto il minimo rispetto ad almeno mille anni a questa parte.
- La copertura nevosa nell'emisfero nord è diminuita dalla fine degli anni Settanta e alcune aree del mondo con suolo solitamente ghiacciate tutto l'anno (permafrost) si sono riscaldate e scongelate.

- Le calotte glaciali della Groenlandia e dell'Antartide si stanno riducendo, così come la maggior parte dei ghiacciai di tutto il mondo, aggiungendo enormi quantità di acqua dolce agli oceani.

Oceano

- Il 90% del calore extra associato al riscaldamento globale è stato assorbito dagli oceani (vedi box *Cosa sono i gas serra?* a pagina 6). L'oceano si sta riscaldando più velocemente che in qualsiasi altro periodo da almeno 11.000 anni a questa parte.
- Il livello del mare si è alzato a livello globale di circa 20 centimetri dal 1900. L'innalzamento è il più rapido che in qualsiasi altro periodo da almeno 3.000 anni a questa parte e la velocità di innalzamento sta aumentando.
- Assorbendo anidride carbonica dall'atmosfera, l'oceano si sta acidificando. Lo strato superficiale dell'oceano è ora insolitamente acido rispetto agli ultimi 2 milioni di anni.

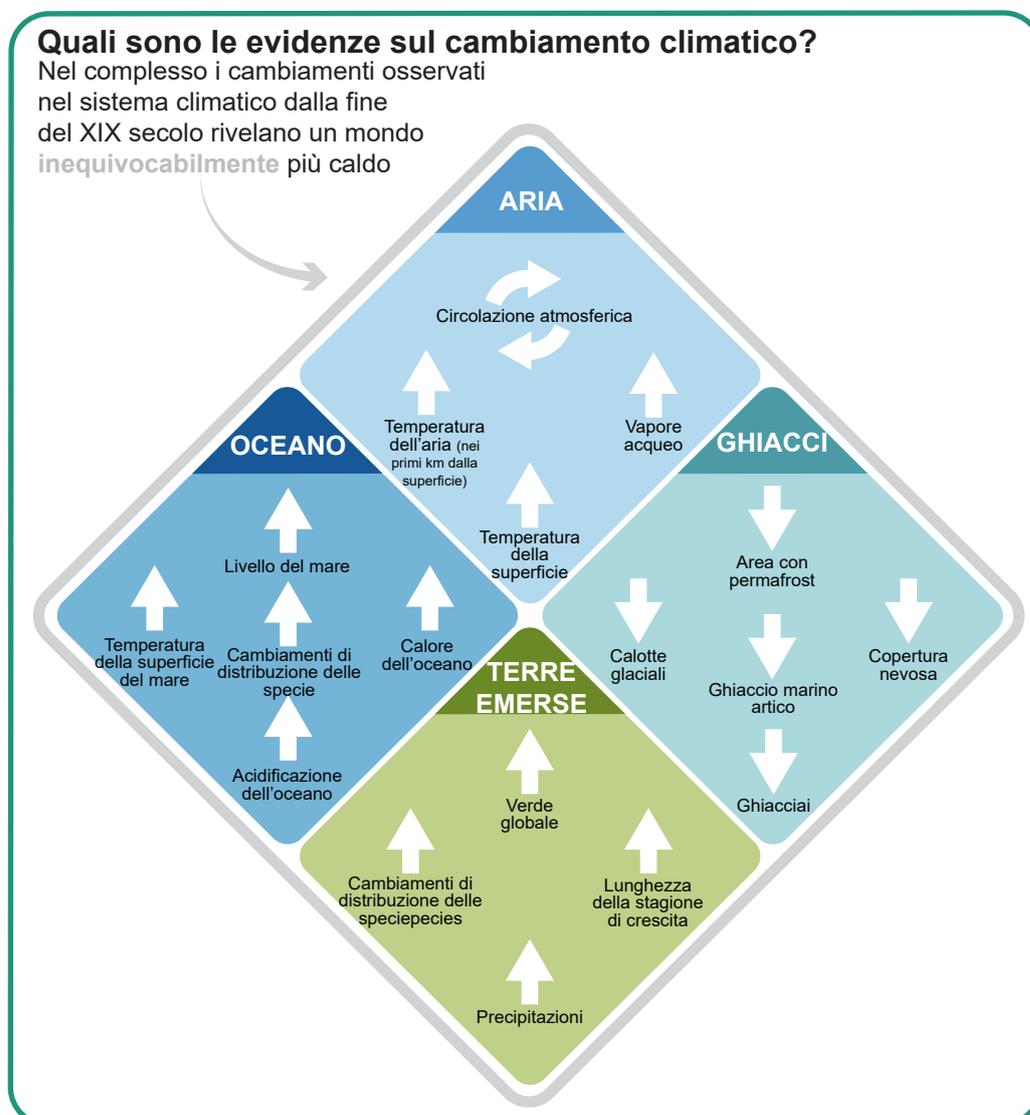


Grafico A • Il riscaldamento globale ha innescato diffusi cambiamenti nell'intero sistema climatico. Le quattro componenti principali del sistema climatico – atmosfera, oceano, terre emerse e ghiacci – stanno tutte subendo diffusi cambiamenti. Km = chilometri. Grafico adattato da IPCC AR6 Working Group I FAQ 2.2, Figura 1 in Capitolo 2. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-2/>

Cosa sono i gas serra?

Alcuni gas presenti nella nostra atmosfera – come l’anidride carbonica, il metano e il protossido di azoto – agiscono come una coperta isolante. Riscaldano la Terra rendendo più difficile il rilascio di calore verso lo spazio. È un po’ come una coperta che avvolge il nostro corpo tenendoci al caldo, o come le pareti di una serra che aiutano a mantenere l’aria all’interno più calda di quella esterna.



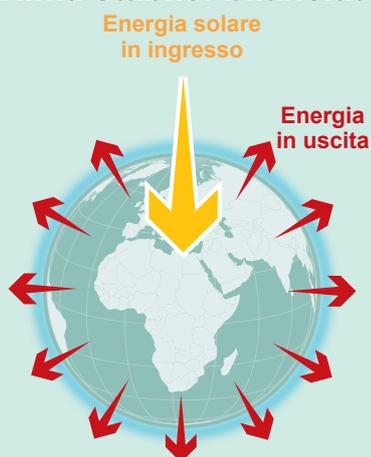
Questo effetto è chiamato effetto serra, e i gas che catturano il calore sono chiamati gas serra. L’effetto serra è un processo naturale che rende la Terra vivibile per gli esseri umani: senza l’effetto serra naturale, la temperatura media globale sarebbe di circa 33°C più bassa di quella attuale. Tuttavia, dal XIX secolo le attività umane hanno emesso sempre più gas serra nell’atmosfera, soprattutto a causa dell’utilizzo di combustibili fossili (carbone, petrolio e gas), ma anche a causa delle attività agricole e della deforestazione. Queste azioni hanno aumentato l’effetto serra, causando un riscaldamento globale.

L’energia in eccesso viene assorbita in modo differente dalle diverse parti del pianeta (Grafico B): Il 91% viene assorbito dagli oceani, il 5% dalle terre emerse, il 3% dai ghiacci. Solo l’1% del calore extra viene assorbito dall’atmosfera. Questo riscaldamento ha causato cambiamenti in molti aspetti del clima.

Il bilancio energetico della Terra e il cambiamento climatico

Almeno dal 1970, un persistente sbilanciamento nei flussi energetici ha causato **un eccesso di energia assorbita dalle diverse componenti del sistema climatico terrestre**

Clima stabile: bilanciato



Oggi: sbilanciato

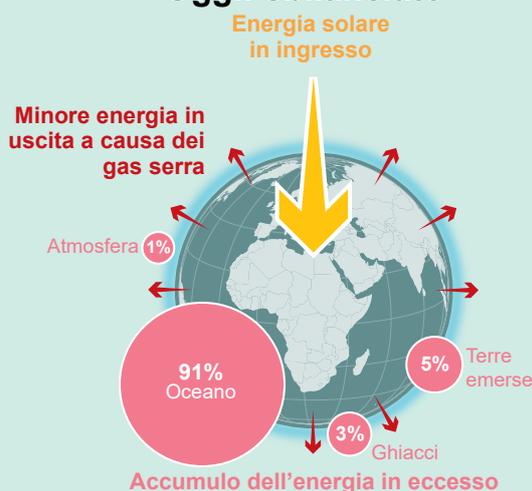


Grafico B • Il bilancio energetico della Terra mette a confronto i flussi di energia in entrata e in uscita che sono rilevanti per il sistema climatico. Almeno dagli anni Settanta, l’energia che fluisce verso l’esterno è minore di quella che fluisce verso l’interno, e questo porta a un assorbimento dell’energia in eccesso da parte di oceano, terre emerse, ghiacci e atmosfera.

Grafico adattato da IPCC AR6 Working Group I FAQ 7.1, Figura 1 in Capitolo 7.
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-7/>

Siamo certi che gli esseri umani stanno riscaldando il clima

Tutto il riscaldamento osservato dall'era preindustriale (1,1°C) è il risultato delle attività umane. In realtà, le emissioni di gas serra prodotte dalle attività umane avrebbero riscaldato la Terra ancora di più, per un totale di circa 1,5°C, ma il loro effetto riscaldante è stato in parte contrastato dalle emissioni di inquinanti atmosferici, chiamati aerosol o polveri sottili, che hanno mediamente un effetto raffreddante sul clima. L'anidride carbonica è il gas serra che contribuisce maggiormente al riscaldamento climatico, seguito dal metano e dal protossido di azoto.



Come facciamo a sapere che il riscaldamento globale non ha un'origine naturale? Perché le cause naturali in grado di influenzare la temperatura globale su scale temporali brevi (da anni a decenni) non hanno agito in modo significativo dall'era preindustriale a oggi. Un esempio di causa naturale sono le eruzioni vulcaniche, che possono raffreddare la temperatura globale per alcuni anni, ma non alterano la temperatura su scale temporali molto più lunghe. Il Grafico C mostra come i gas serra, gli inquinanti atmosferici (aerosol) e le cause naturali hanno influenzato la temperatura media globale dal 1850. Solo includendo l'aumento di gas serra prodotti dall'uomo i modelli di simulazione climatica riescono a riprodurre le temperature osservate. Questo è uno dei modi con cui sappiamo che l'uomo è responsabile del riscaldamento del clima.

Come sappiamo che le attività umane stanno causando il cambiamento climatico?

Il riscaldamento osservato (1850-2019) è riprodotto solo attraverso simulazioni che tengono conto dell'influenza antropica.

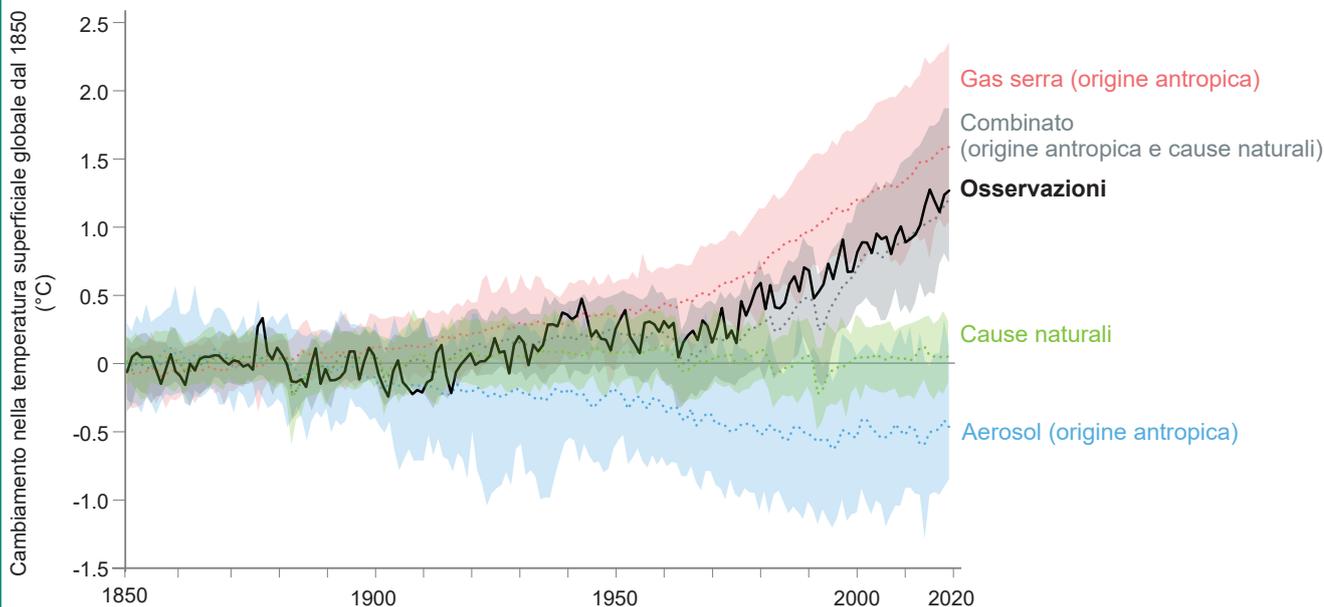


Grafico C • Gli esseri umani sono responsabili del riscaldamento del clima. I modelli di simulazione climatica (ombreggiatura colorata) possono riprodurre i cambiamenti osservati nella temperatura globale (nero) solamente quando tengono conto delle emissioni causate dalle attività umane. Questo grafico mostra come cambiano le temperature globali utilizzando modelli di simulazione climatica che tengono conto di: solo gas serra (rosso); oppure aerosol (inquinanti atmosferici) e altre cause umane (blu); oppure solo cause naturali (verde); oppure quando tutte le cause sono considerate (grigio). **Combinato = naturale + aerosol + gas serra.** Le linee colorate piene / tratteggiate mostrano la media di tutti i modelli e l'ombreggiatura indica gli intervalli di incertezza delle simulazioni.

Grafico adattato da IPCC AR6 Working Group I FAQ 3.1, Figura 1 in Capitolo 3. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-3/>

I cambiamenti climatici causati dall'umanità rendono più frequenti e gravi gli eventi estremi

Come il cambiamento climatico influenza gli eventi meteorologici estremi?



Maggiore intensità



Aumentata frequenza



Nuove aree del mondo



Diversa tempistica



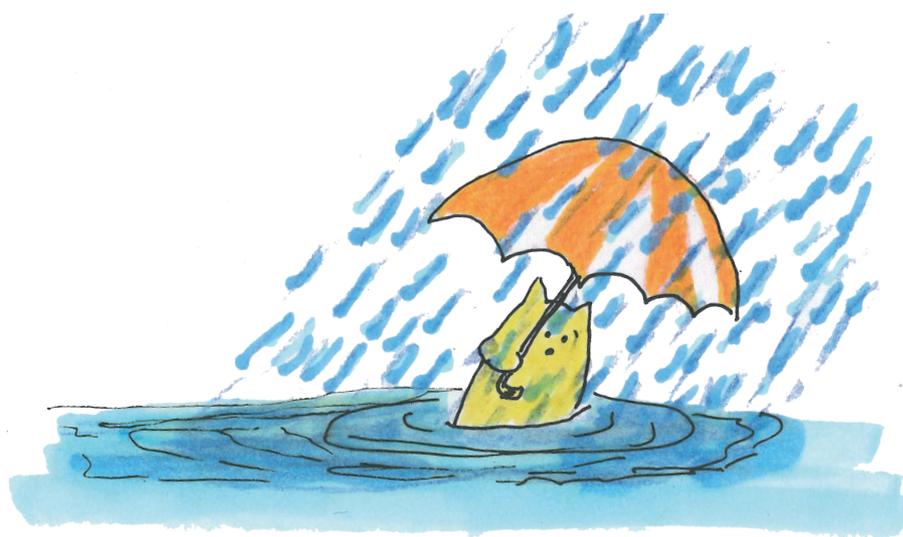
Nuove combinazioni (eventi multipli)

Grafico D • Il cambiamento climatico causato dalle attività umane può influenzare gli eventi meteorologici estremi in diversi modi.

Grafico adattato da IPCC AR6 Working Group I FAQ 11.2, Figura 1 in Capitolo 11. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-11/>

Tutte le regioni del mondo devono ora affrontare eventi estremi (ondate di calore, siccità e precipitazioni intense) che sono generalmente più intensi e si verificano con maggior frequenza. Ogni regione subisce diversi tipi di eventi estremi. Dagli anni Cinquanta, in tutte le regioni abitate si sono verificate ondate di calore più frequenti e più intense, mentre gli eventi estremi freddi sono stati meno frequenti e di minore entità. In molte regioni si sono verificate precipitazioni più intense (che possono aumentare il rischio di inondazioni). I suoli di alcune regioni sono diventati molto più aridi, causando fenomeni di siccità più gravi che hanno un impatto negativo sull'agricoltura, l'uomo e la natura in generale. Ai tropici, i cicloni tropicali più vigorosi – conosciuti col nome di tifoni e uragani – sono diventati più intensi. Il riscaldamento globale ha anche fatto sì che alcuni fenomeni estremi avessero luogo dove prima non erano comuni (ad esempio, i cicloni tropicali e le ondate di calore estreme).

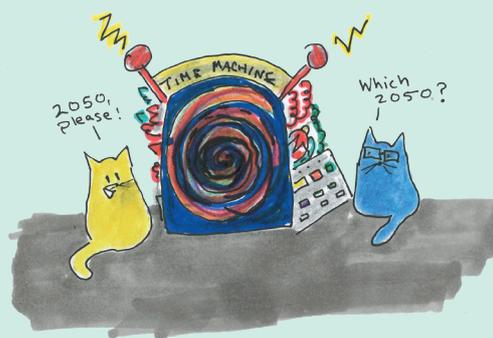
I cambiamenti climatici causati dall'uomo hanno aumentato la probabilità di assistere a più eventi meteorologici estremi contemporaneamente o a breve distanza l'uno dall'altro; si tratta dei cosiddetti eventi multipli. Gli eventi multipli possono avere un impatto sulla natura e sull'uomo ancora maggiore di quello che questi fenomeni causerebbero singolarmente. Ad esempio, siccità unita a caldo estremo aumenta il rischio di incendi boschivi, di morte del bestiame o di perdita dei raccolti. Con un livello medio del mare più elevato, una forte tempesta aumenta il rischio di un simultaneo aumento estremo del livello del mare e di forti precipitazioni, con conseguenti inondazioni costiere.



Cosa sono i modelli climatici?

I modelli climatici sono strumenti informatici che gli scienziati utilizzano per comprendere i cambiamenti climatici passati, presenti e futuri. Sono programmi numerici che simulano il clima della Terra, basandosi sulle leggi fondamentali della fisica, della chimica e della biologia dell'atmosfera, dell'oceano, dei ghiacci e delle terre emerse. Alcuni modelli includono più processi, più complessità e più dettagli di altri. Quindi, le simulazioni climatiche possono variare da un modello all'altro. Per questo motivo l'IPCC esamina sempre i risultati di molti modelli climatici per capire di quali risultati possiamo essere più sicuri.

Gli scienziati verificano la validità dei modelli climatici confrontandone i risultati con le osservazioni del passato e gli indicatori paleoclimatici (cioè molto antichi). Se i modelli simulano accuratamente cambiamenti osservati sulla Terra in passato, questo ci dà la certezza che essi simulino correttamente i processi climatici più importanti. I modelli quindi possono essere utilizzati per identificare le cause dei cambiamenti del passato, ma anche per esplorare come il clima potrebbe cambiare in futuro a seconda delle nostre azioni.



Naturalmente, non si può sapere con assoluta certezza come cambieranno in futuro le emissioni di gas serra e di inquinanti atmosferici causate dall'uomo. Ma gli scienziati possono esplorare diverse possibilità: per esempio, simulando scenari futuri in cui le emissioni di gas serra verranno fortemente ridotte o, in alternativa, scenari in cui le emissioni di gas serra rimarranno elevate. Possono inoltre esplorare come questi scenari futuri influiranno su aspetti quali l'innalzamento del livello del mare, gli eventi estremi e l'inquinamento atmosferico, e altri ancora.

Il Nostro Clima Futuro

Per essere preparati al futuro è importante capire come il clima continuerà a cambiare. Il nostro futuro non è già deciso: dipenderà da molte scelte che faremo ora e nei prossimi anni.

Il riscaldamento globale continuerà almeno fino al 2050 prima che le temperature si stabilizzino

I modelli climatici mostrano che, anche se riduciamo fortemente le emissioni di gas serra a partire da ora, il riscaldamento non si fermerà del tutto almeno fino al 2050. Questo perché le attività umane che causano le emissioni di gas serra non possono azzerarsi immediatamente; implementare le azioni di riduzione delle emissioni di gas serra richiede tempo (anche se fatte in modo massiccio). Una forte riduzione dei gas serra a partire da ora rallenterebbe e ridurrebbe comunque il riscaldamento.

Dopo il 2050, i modelli climatici mostrano livelli di riscaldamento molto diversi, a seconda delle azioni che intraprenderemo nel prossimo futuro. Ad esempio, riducendo massicciamente e rapidamente le emissioni di anidride carbonica a partire da ora e per tutto il XXI secolo, il riscaldamento si arresterebbe intorno alla metà del secolo, raggiungendo entro la fine del secolo circa 1,5°C o 2°C in più rispetto

all'epoca preindustriale. Viceversa, se le emissioni rimarranno invariate o aumenteranno, le temperature continueranno a salire. I modelli climatici che considerano livelli molto elevati di emissioni di gas serra prevedono che le temperature raggiungeranno circa 4,5°C in più entro la fine del secolo. Vedi anche la sezione più avanti nella sintesi *Le temperature globali si stabilizzeranno solo quando smetteremo di aggiungere anidride carbonica all'atmosfera* a pagina 13.

Molto probabilmente il mondo raggiungerà 1,5°C di riscaldamento nel periodo 2021–2040 (abbiamo già raggiunto 1,1°C nell'ultimo decennio). Ma a meno di riduzioni rapide, massicce e sostenute nel tempo delle emissioni di gas serra, limitare il riscaldamento a 1,5°C o addirittura a 2°C sarà impossibile.

Gli eventi estremi peggioreranno. Il ciclo idrologico si intensificherà e sarà più variabile

Molti aspetti del cambiamento climatico continueranno ad aumentare con il riscaldamento della Terra (vedi Grafico E). Ondate di calore, forti precipitazioni e siccità continueranno a diventare più gravi e più frequenti. Le precipitazioni sulla terraferma, comprese quelle monsoniche, diventeranno più variabili e intense: alcune aree diventeranno più secche, altre più umide. L'ulteriore riscaldamento amplificherà anche la fusione e lo scongelamento di molte zone ghiacciate del mondo, come le nevi, i ghiacciai, il permafrost e il ghiaccio marino artico. Ad esempio, si stima che il Mar Glaciale Artico sarà del tutto privo di ghiaccio marino nel mese più caldo dell'anno (settembre) almeno una volta prima del 2050. I cicloni tropicali diventeranno più forti. Il Grafico E mostra come alcuni cambiamenti climatici diventeranno man mano più gravi con un riscaldamento globale di 1,5°C, 2°C e 4°C.

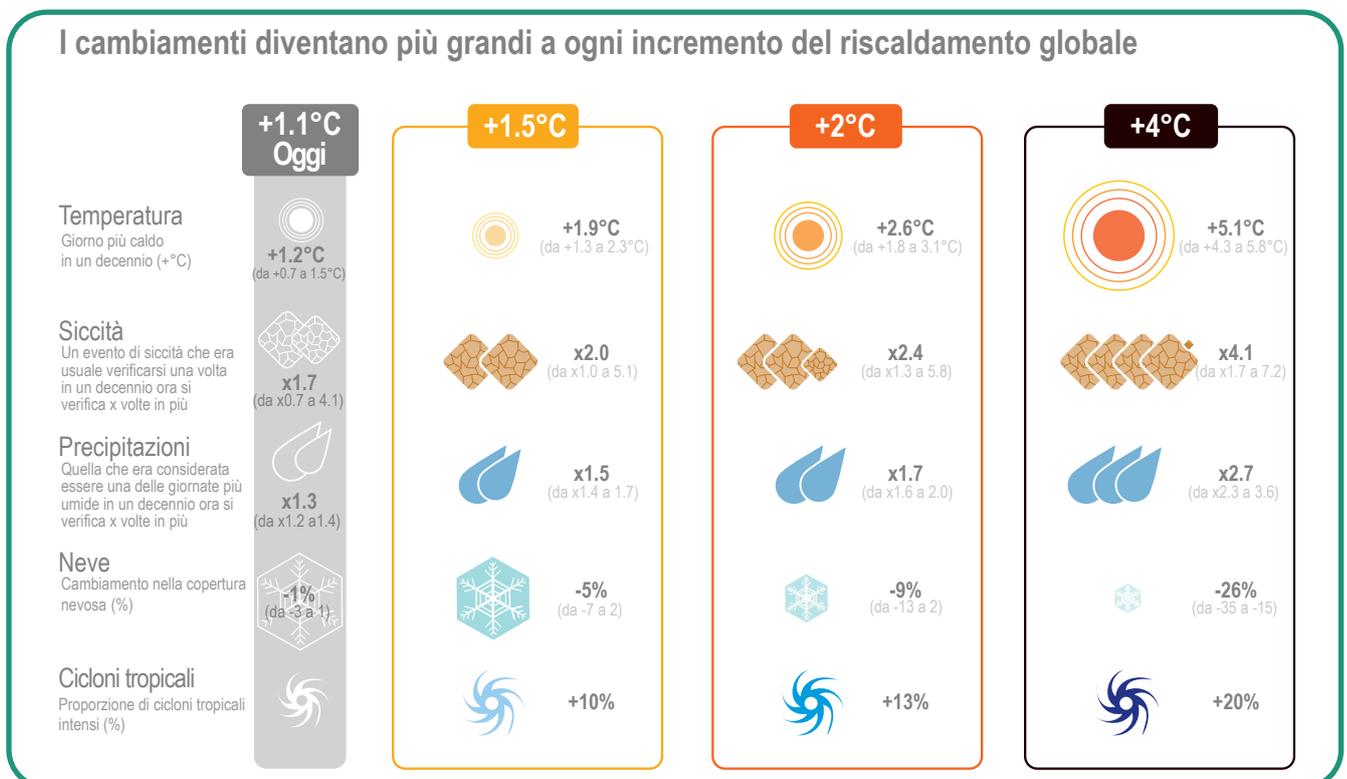


Grafico E • I cambiamenti climatici diventano più gravi a ogni incremento del riscaldamento globale. Come temperature estreme, siccità, eventi di precipitazione intensa, copertura nevosa e cicloni tropicali cambiano a diversi livelli del riscaldamento globale rispetto alla fine del XIX secolo (1850-1900). Questa è l'attuale media del periodo 2011-2020. Ad esempio, oggi il giorno più caldo in un decennio è già +1.2°C più caldo rispetto al giorno più caldo in un decennio prima della rivoluzione industriale. Con 1.5°C di riscaldamento globale, sarebbe circa +1.9°C più caldo, con 2°C di riscaldamento globale sarebbe circa +2.6°C più caldo, e con 4°C di riscaldamento globale sarebbe circa +5.1°C più caldo. Grafico adattato da IPCC AR6 Working Group I Infografica TS.1 in *Technical Summary*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/technical-summary/ts-infographics-figure-1>

Tutte le regioni del mondo subiranno ulteriori cambiamenti climatici

Il riscaldamento continuerà ad avvenire con velocità diverse in tutto il mondo, con maggiore intensità sulla terraferma rispetto all'oceano e sarà più intenso nell'Artico. Ogni regione della Terra è unica e risente dei cambiamenti climatici in modo diverso. Ma maggiore è il riscaldamento, più forti e diffusi sono i cambiamenti climatici in ogni regione. Come conseguenza, è più probabile che eventi meteorologici estremi si verifichino simultaneamente, peggiorando il loro impatto complessivo. Ad esempio, ondate di calore e siccità potrebbero verificarsi contemporaneamente o a breve distanza l'una dall'altra. Il Grafico F mostra come cambieranno la temperatura e le precipitazioni con un riscaldamento globale rispettivamente di 1,5°C e di 3°C. Nell'Atlante interattivo dell'IPCC è possibile esplorare i diversi cambiamenti climatici attesi per ciascuna regione: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>

Cambiamento climatico a livello regionale

Il cambiamento climatico non è uniforme e proporzionale al livello di riscaldamento globale.

Il riscaldamento sarà **più intenso** nell'Artico, sulle terre emerse e nell'emisfero nord

Le precipitazioni aumenteranno alle alte latitudini, ai tropici e nelle regioni monsoniche e **diminuiranno** nelle regioni subtropicali

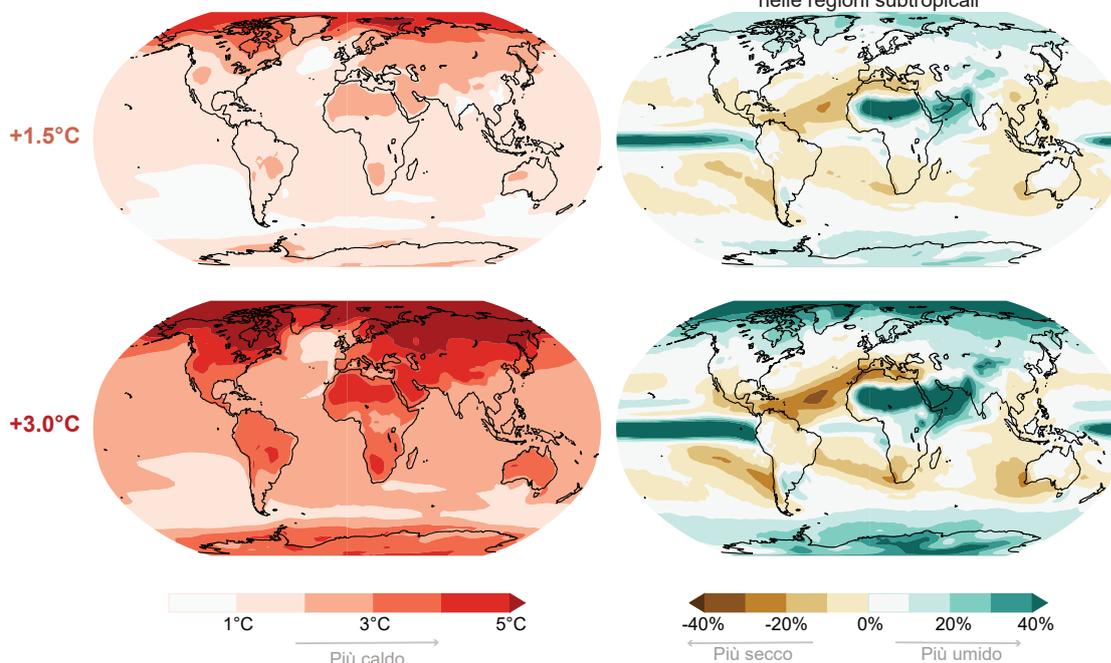


Grafico F • Tutte le regioni del mondo subiranno ulteriori cambiamenti climatici, e questi cambiamenti saranno diversi a seconda di dove ci si trova. I cambiamenti nelle temperature medie annuali e nelle precipitazioni con un riscaldamento di 1,5°C e 3°C rispetto alla fine del XIX secolo (1850-1900). La scala dei colori alla base del grafico esprime la dimensione di questi cambiamenti in percentuale. Alcuni cambiamenti potrebbero essere relativamente grandi in percentuale anche se l'effettivo cambiamento è relativamente piccolo. Ad esempio, in zone molto aride come il Sahara, persino a un piccolo aumento nella precipitazione corrisponde un aumento percentuale relativamente grande. Grafico adattato da IPCC AR6 Working Group I FAQ 4.3, Figura 1. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-4/>

Il clima sarà comunque sempre influenzato dalla variabilità naturale su scale temporali di anni o decenni

Esistono fattori naturali che influenzano la temperatura globale su scale temporali relativamente brevi (da anni a decenni, vedi Grafico C). Queste normali variazioni del clima, note come variabilità naturale, continueranno ad agire anche in futuro, così come hanno fatto in passato.

Se combinate con i cambiamenti climatici causati dall'uomo, le conseguenze della variabilità naturale possono essere maggiori o minori di quelle attese. Un esempio di variabilità naturale è il fenomeno noto come El Niño-Southern Oscillation, o ENSO, che si verifica nel Pacifico tropicale. Si tratta di una modalità climatica che cambia ogni due-sette anni e che (tra le altre cose) può influire sulla frequenza degli incendi boschivi e delle piogge intense in molte regioni del mondo per diversi mesi. Nelle regioni interessate, l'ENSO può rafforzare o indebolire l'impatto dei cambiamenti climatici causati dall'uomo sulle precipitazioni e sugli incendi limitatamente al breve periodo in cui agisce.

È importante che le comunità locali tengano conto della variabilità naturale quando si preparano a futuri cambiamenti climatici su scale temporali brevi. C'è sempre la possibilità che i cambiamenti siano un po' più forti (o un po' più deboli) rispetto a quelli previsti – ma questi fattori naturali avranno un effetto limitato sulle tendenze climatiche a lungo termine.

Molti cambiamenti continueranno per centinaia o migliaia di anni

L'atmosfera si riscalda in modo relativamente rapido in risposta alle emissioni di gas serra, ma alcuni elementi del sistema climatico reagiscono molto lentamente al riscaldamento del pianeta. Cambiamenti come il riscaldamento degli oceani profondi, la fusione della calotta glaciale della Groenlandia e dell'Antartide e l'innalzamento del livello del mare rispondono lentamente al riscaldamento dell'atmosfera, ma continueranno a verificarsi per secoli, se non per millenni. Questi cambiamenti sono definiti irreversibili perché continuerebbero a verificarsi anche se i gas serra o le temperature globali venissero ridotti. Prendiamo ad esempio l'innalzamento del livello del mare: anche se stabilizzassimo il riscaldamento globale a 1,5°C, il livello del mare aumenterebbe comunque di 2–3 metri nei prossimi 2.000 anni e di 6–7 metri nei prossimi 10.000 anni.

Gli eventi a bassa probabilità sono cambiamenti climatici che riteniamo poco probabili, ma che non possiamo escludere del tutto

Ci sono alcuni cambiamenti climatici che riteniamo improbabili o dei quali è difficile conoscere la probabilità, ma che non possiamo escludere del tutto. Se si verificassero, le conseguenze sarebbero molto gravi. Questi eventi sono detti a bassa probabilità e ad alto impatto e comprendono il collasso delle calotte glaciali della Terra (che causerebbe un innalzamento del livello del mare molto più elevato e rapido) o una massiccia scomparsa delle foreste (che rilascerebbe una grande quantità di anidride carbonica nell'atmosfera e ridurrebbe contemporaneamente la quantità che può essere assorbita dagli ecosistemi naturali). Date le loro enormi conseguenze potenziali, è importante tenere comunque presenti questi eventi nelle future pianificazioni.



La natura assorbirà una porzione sempre più piccola di anidride carbonica dall'atmosfera rispetto al passato, a meno che non riduciamo le nostre emissioni



La vegetazione terrestre e gli oceani assorbono circa la metà dell'anidride carbonica emessa dall'uomo nell'atmosfera. Questo contributo è rimasto invariato negli ultimi sessant'anni: le attività umane hanno emesso sempre più anidride carbonica nell'atmosfera, e la vegetazione terrestre e l'oceano hanno rimosso più anidride carbonica. Per questo motivo gli oceani sono diventati più acidi: quando l'anidride carbonica si dissolve nell'acqua reagisce chimicamente, rendendo l'acqua marina più acida.

Tuttavia, i modelli climatici mostrano che se continuiamo a emettere sempre più anidride carbonica nell'atmosfera, la percentuale di gas serra rimossi dalla vegetazione terrestre e dagli oceani diminuirà. Cosa significa questo? In sostanza, che la natura ci aiuta di meno quando emettiamo più anidride carbonica rispetto a quando riduciamo le nostre emissioni.

Limitare i Cambiamenti Climatici Futuri

Questa sintesi tratta solamente delle azioni per limitare ulteriori cambiamenti climatici dal punto di vista delle scienze fisiche, dato che si basa sul rapporto dell'IPCC che esamina la scienza alla base dei cambiamenti climatici (Working Group I: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>). Il rapporto IPCC sull'adattamento (Working Group II: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>) descrive invece come i cambiamenti climatici influenzano l'uomo e le altre specie e quali sono le strategie per adattarsi a questi cambiamenti. Il rapporto sulla riduzione delle emissioni e altri sforzi di mitigazione (Working Group III: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>) descrive infine le nostre opzioni per limitare o invertire i futuri cambiamenti climatici.

Le temperature globali si stabilizzeranno solo quando smetteremo di aggiungere anidride carbonica all'atmosfera

L'anidride carbonica rimane nell'atmosfera per molto tempo - una parte di essa addirittura per secoli o millenni. L'aggiunta di altra anidride carbonica all'atmosfera causerà un ulteriore riscaldamento (vedi box *Cosa sono i gas serra?* a pagina 6). Quindi, per evitare che le temperature aumentino ulteriormente, dobbiamo azzerare con urgenza le emissioni di anidride carbonica prodotte dalle attività umane, oppure raggiungere un punto in cui le emissioni rimanenti di anidride carbonica siano bilanciate da attività che rimuovono dall'atmosfera l'anidride carbonica e la immagazzinano per un tempo molto lungo. Questo obiettivo è noto come *net zero*, o emissioni nette di anidride carbonica pari a zero.

Se in futuro le nostre emissioni di anidride carbonica saranno ridotte, ma comunque superiori alla quantità di anidride carbonica rimossa dall'atmosfera, il mondo continuerà a riscaldarsi, anche se a un ritmo più lento. Se invece le emissioni e gli assorbimenti di anidride carbonica saranno bilanciati (*net zero*), le temperature globali si stabilizzeranno.

Naturalmente, l'anidride carbonica è solo uno dei gas serra prodotti dall'uomo che provocano il riscaldamento globale.



Per limitare il cambiamento climatico sono necessarie riduzioni forti, rapide e durature anche di altri gas serra, come il metano e il protossido di azoto

Se si riuscirà a raggiungere questo obiettivo, le temperature globali potranno essere stabilizzate. Questo non significa che le temperature globali torneranno ai livelli precedenti. Ecco perché molti dei cambiamenti climatici già avvenuti non possono essere invertiti, ma solo fermati, rallentati o stabilizzati.

La quantità di carbonio che possiamo ancora rilasciare nell'atmosfera per mantenere la temperatura globale a circa 1,5°C è piccola rispetto a quella che abbiamo già rilasciato: circa 500 Gt CO₂ (calcolate a partire dal 2020) rispetto alle circa 2500 Gt CO₂ che abbiamo già emesso (1 Gt = 1 gigatonnellata = 1 miliardo di tonnellate). Al ritmo attuale delle emissioni questo limite sarà raggiunto entro pochi anni.

La riduzione delle emissioni di gas serra migliorerà anche la qualità dell'aria

L'inquinamento atmosferico provoca ogni anno milioni di morti premature ed è una minaccia per la salute a livello mondiale. Il cambiamento climatico e la qualità dell'aria sono strettamente collegati, perché molte delle attività umane che producono gas serra emettono anche inquinanti atmosferici. Pertanto, se si interviene per ridurre le emissioni di gas serra, spesso si riducono anche le emissioni di altri composti (come gli aerosol) che causano l'inquinamento atmosferico. Quindi, azioni incisive per ridurre i cambiamenti climatici migliorerebbero anche la qualità dell'aria.

Con riduzioni rapide e durature delle emissioni di gas serra, gli effetti sulla temperatura globale saranno ben visibili entro 20 anni

Una riduzione immediata e sostenuta nel tempo delle emissioni di gas serra rallenterebbe il riscaldamento globale entro un decennio, ma potrebbero essere necessari circa vent'anni prima di assistere chiaramente a una stabilizzazione delle temperature. Questo rallentamento del riscaldamento sarebbe inizialmente mascherato dalla variabilità naturale (vedi la sezione *Il clima sarà sempre influenzato dalla variabilità naturale su scale temporali di anni o decenni* a pagina 11). Ma poiché serve tempo per la stabilizzazione delle temperature, più aspettiamo ad agire, più tempo passerà prima di vedere i benefici di tali azioni.



Informazioni su questa sintesi

L'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) è l'organismo delle Nazioni Unite che elabora rapporti scientifici di sintesi sulla nostra attuale conoscenza del cambiamento climatico. Comprende tre Gruppi di lavoro (*Working Groups*) che si occupano dei diversi aspetti relativi al cambiamento climatico: Il *Working Group I* si occupa della fisica dei cambiamenti climatici, il *Working Group II* si focalizza sugli impatti che questi cambiamenti hanno sull'uomo e sugli ecosistemi e le strategie di adattamento, e il *Working Group III* esamina i modi per ridurre o arrestare i cambiamenti climatici (mitigazione). I Gruppi di lavoro pubblicano rapporti sui cambiamenti climatici ogni 8 anni circa. L'IPCC non svolge ricerche proprie, ma basa i suoi rapporti sulle evidenze scientifiche già pubblicate (letteratura scientifica, database, ecc.).

Questo documento è una sintesi in linguaggio divulgativo del rapporto sui cambiamenti climatici del *Working Group I* dell'IPCC, pubblicato nell'agosto 2021. È stato redatto dai membri dell'Unità di Supporto Tecnico del *Working Group I* (WGI TSU) e da diversi autori del rapporto. Inoltre, molti volontari hanno offerto feedback e indicazioni lungo il percorso. Questa sintesi non è stata sottoposta allo stesso processo di approvazione dei documenti ufficiali dell'IPCC, come il *Summary for Policy Makers*.

Questa sintesi è stata scritta e revisionata da: Sarah Connors (WGI TSU), Sophie Berger (WGI TSU), Clotilde Péan (WGI TSU), Govindasamy Bala (autore del capitolo 4), Nada Caud (WGI TSU), Deliang Chen (autore del capitolo 1), Tamsin Edwards (autrice del capitolo 9), Sandro Fuzzi (autore del capitolo 6), Thian Yew Gan (autore del capitolo 8), Melissa Gomis (WGI TSU), Ed Hawkins (autore del capitolo 1), Richard Jones (autore del capitolo Atlas), Robert Kopp (autore del capitolo 9), Katherine Leitzell (WGI TSU), Elisabeth Lonnoy (WGI TSU), Douglas Maraun (autore del capitolo 10), Valérie Masson-Delmotte (copresidente WGI), Tom Maycock (WGI TSU), Anna Pirani (WGI TSU), Roshanka Ranasinghe (autore del capitolo 12), Joeri Rogelj (autore del capitolo 5), Alex C. Ruane (autore del capitolo 12), Sophie Szopa (autore del capitolo 6) and Panmao Zhai (copresidente WGI).

Si ringraziano i collaboratori esterni per i loro commenti su questo documento: Dorsaf ben Saad (studentessa universitaria), Felix Franck (interprete), Giulia Gennari (assistente al programma), Jonathan Gregory (autore del capitolo 13 del Quinto Rapporto di Valutazione WGI), Suzie Marshall (studentessa universitaria), Ellen Pym (partner commerciale e marketing), Max Paoli (coordinatore del programma), Kavya Pathak (studentessa), Alexandrine Péan (studentessa universitaria), Eleanor Pearce (responsabile della promozione televisiva), Nicolle Pinson (traduttrice in pensione), Cyrus Robert Perry Tignor (studente) e Jessica Vial (educatrice climatica).

La grafica è stata creata da Nigel Hawtin (Information Designer).

I cartoni animati sono stati disegnati da Katherine Leitzell (WGI TSU).

La grafica della copertina è stata dipinta da Sarah Connors (WGI TSU).

Il modello e il layout sono stati realizzati da Clotilde Péan (WGI TSU).

La grafica dell'IPCC è soggetta al copyright dell'IPCC. Le vignette e la copertina sono condivisibili con licenza CC-BY-NC.

Traduzione italiana a cura di Climate Media Center Italia <https://www.climatemediacenteritalia.it/>

Coordinamento della traduzione italiana : Sandro Fuzzi.

Le traduzioni sono state preparate sotto la responsabilità delle rispettive istituzioni e/o collaboratori/collaboratrici e non sono traduzioni ufficiali dell'IPCC.

Grazie a tutti coloro che hanno contribuito a questa sintesi.

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON **climate change**
WORKING GROUP I TECHNICAL SUPPORT UNIT



Questo documento non è stato oggetto di revisione da parte dell'IPCC.

