



I cambiamenti climatici

Climate change

Diossido di carbonio, metano, ossidi di azoto, ozono e CFCs costituiscono una classe di inquinanti noti come gas ad effetto serra.

L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) - il gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici fondato nel 1988 dall'UNEP (United Nations Environment Programme) e dal WMO (World Meteorological Organization) – evidenzia come la maggior parte del surriscaldamento osservato negli ultimi 50 anni sia di natura antropogenica.

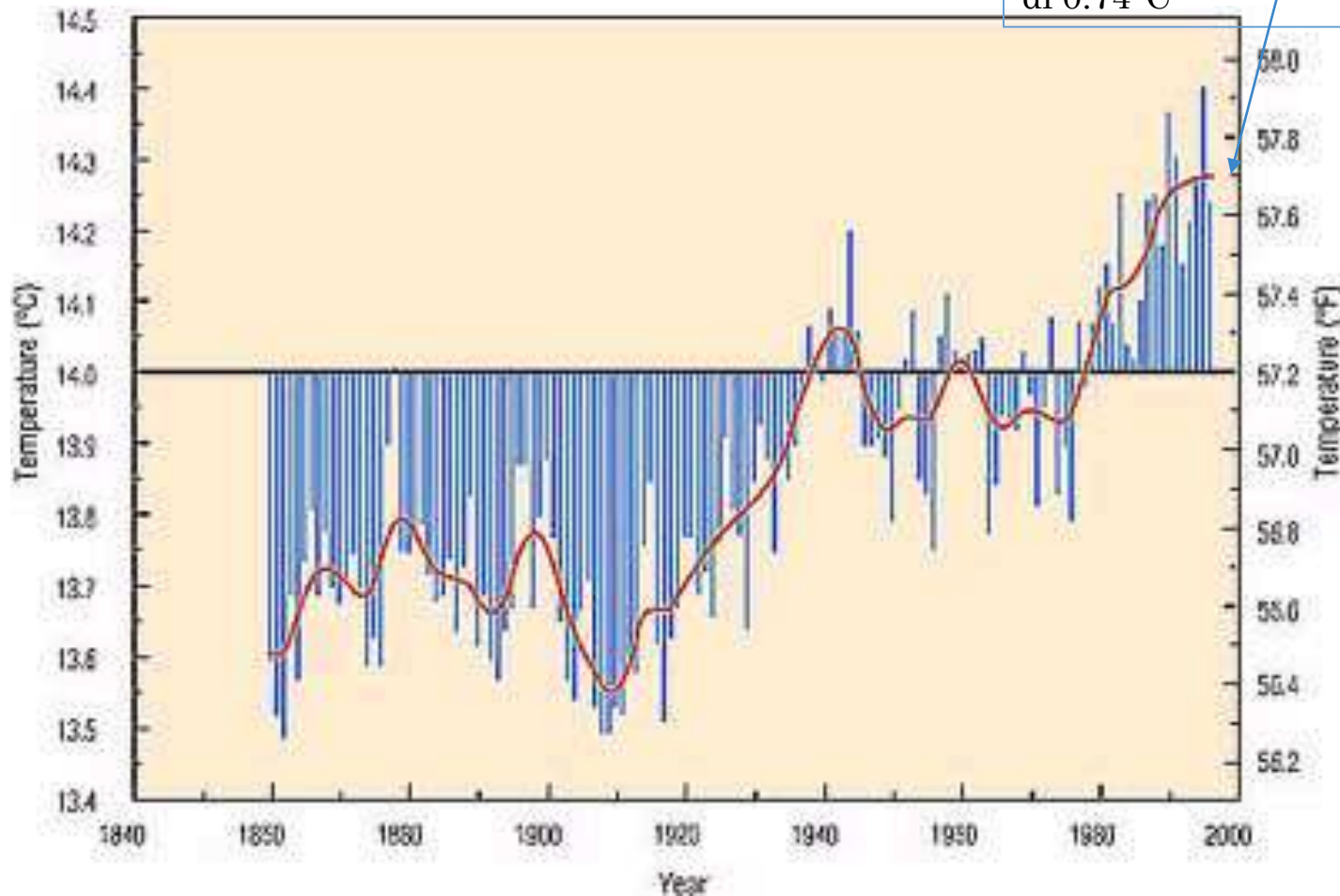
- ❑ La crescita globale delle concentrazioni di CO₂ è dovuta principalmente all'uso dei combustibili fossili e all'utilizzo del suolo, quella di metano e ossidi di azoto all'agricoltura.
- ❑ Il surriscaldamento non è in dubbio
- ❑ L'aumento delle temperature indotto dall'uomo e l'innalzamento del livello dei mari continueranno per secoli anche dopo aver raggiunto la stabilizzazione dei GHG.

Cosa è accaduto? (IPCC, 2013)

- Ciascuno degli ultimi tre decenni è stato più caldo (a livello della superficie terrestre) di ogni decennio precedente a partire dal 1850.
- Nell'emisfero Nord, gli anni 1983–2012 sono stati i 30 anni più caldi degli ultimi 1400 anni.
- La temperatura globale media (di terra e oceani) è aumentata di 0.85 °C, dal 1880 al 2012.
- L'aumento totale tra la media del periodo 1850–1900 e 2003–2012 è stata di 0.78 °C.
- Fin dal 1950 si sono registrati cambiamenti in eventi climatici e meteorologici estremi.
- E' aumentata la variabilità interannuale - forte discostamento tra tendenze climatiche valutate a lungo e a breve termine: il numero di giorni e notti fredde (calde) si ridurrà (aumenterà) a livello globale.
- Ci sono più regioni nelle quali il numero delle precipitazioni intense è aumentato rispetto a quelle in cui si è ridotto. La frequenza e intensità delle precipitazioni è aumentata in Nord America e Europa.

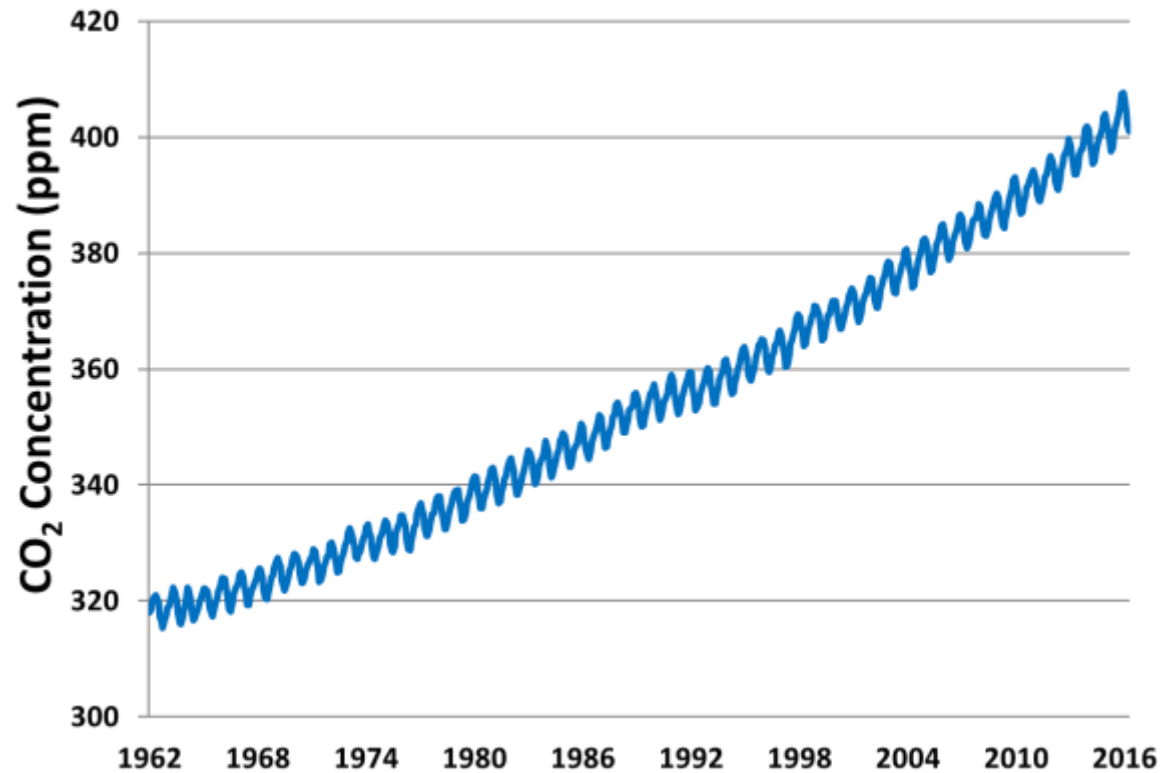
Cosa è accaduto?

Il trend di crescita nel periodo 1906-2005 è stato di 0.74°C



Global average annual temperature 1850-2000
compared to 1961-1990 mean

FIGURE 1: ATMOSPHERIC CARBON DIOXIDE LEVELS



Source: National Oceanic and Atmospheric Administration, Earth System Research laboratory, Global Monitoring Division
<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/data.html>

Note: Seasonal variations mean that CO₂ concentrations rise and fall each year with growth and decay of vegetation and other biological systems, but the long-term trend is a steady upward increase due to human emissions of CO₂.



RECENT GLOBAL MONTHLY MEAN CO₂

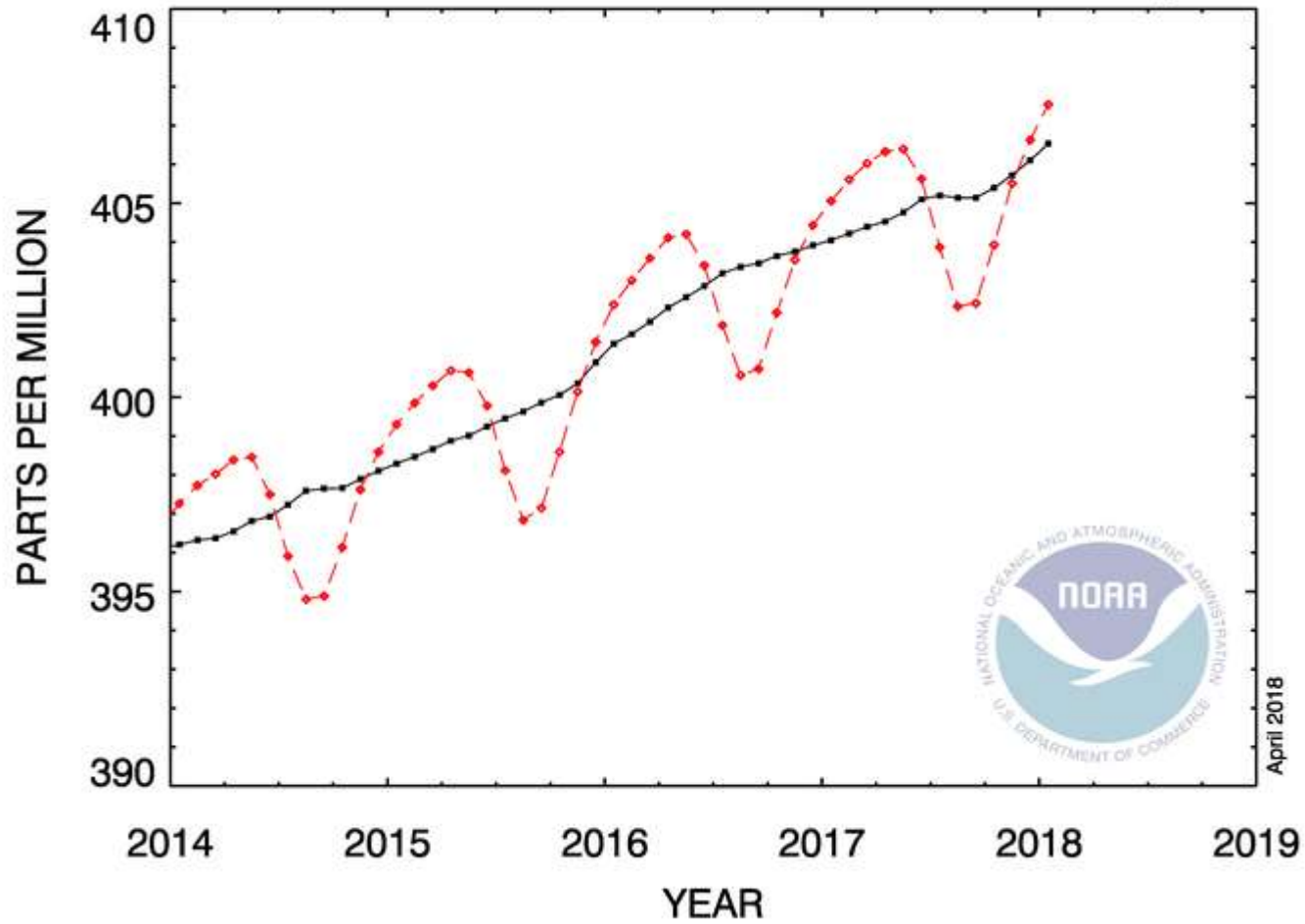
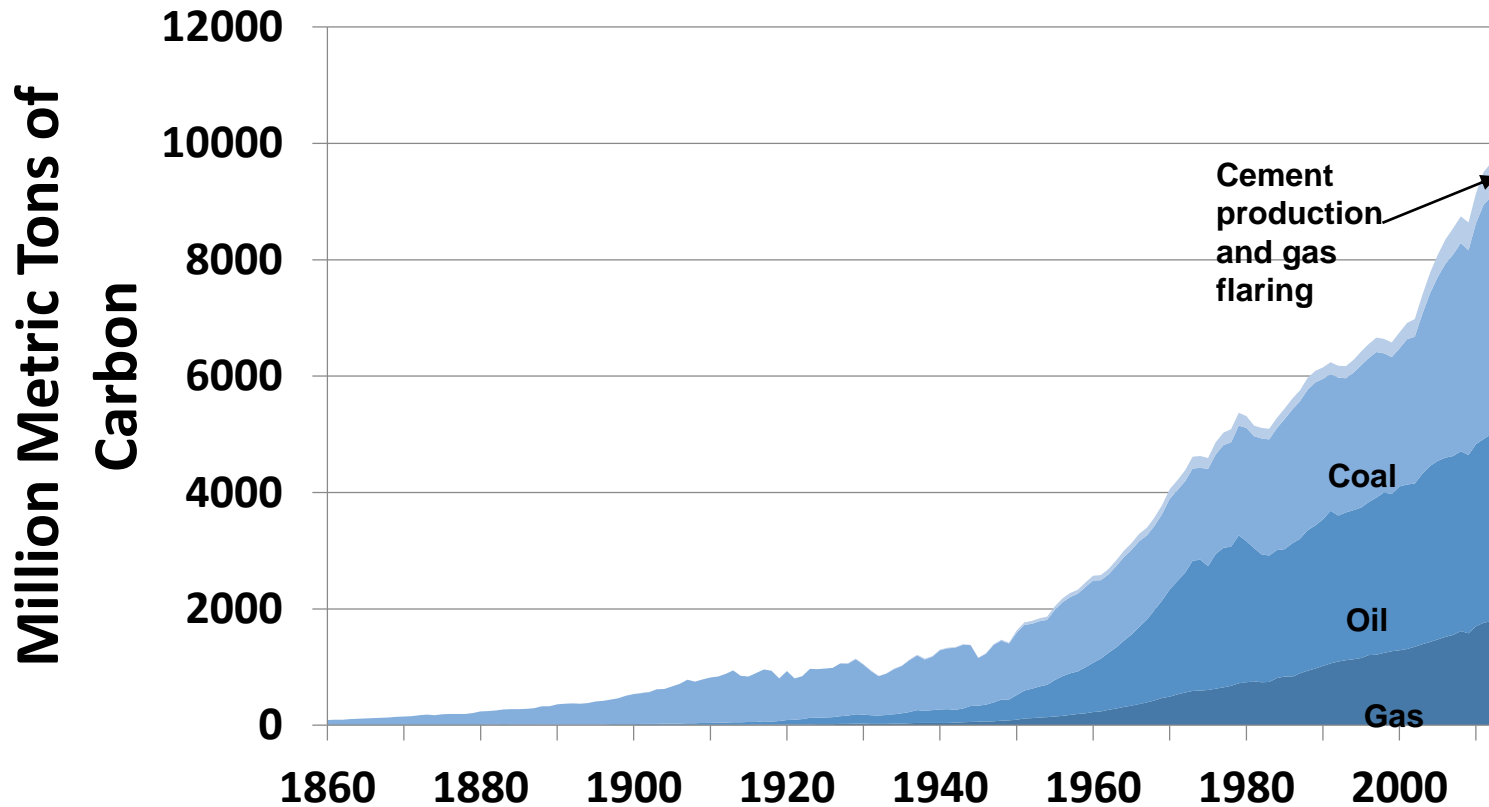


FIGURE 2: CARBON EMISSIONS FROM FOSSIL FUEL CONSUMPTION, 1860–2013



Source: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)
http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/global.1751_2013.ems
accessed June 2016.

Note: Emissions in million tons (MMt) of carbon. To convert to MMt of CO₂, multiply by 3.67



Due to human activity?

IPCC Second Assessment Report (1995):

“The balance of evidence suggests a discernible human influence on global climate”

IPCC Third Assessment Report (2001):

“There is new and stronger evidence that most of the warming observed over the last 50 years is attributable to human activities”

IPCC Fourth Assessment Report (2007):

“Most of the observed increase in global average temperatures since the mid-20th century is very likely due to the observed increase in anthropogenic GHG concentrations”

IPCC Fifth Assessment Report (2014):

“Human influence on the climate system is clear, and recent anthropogenic emissions of greenhouse gases are the highest in history. Recent climate changes have had widespread impacts on human and natural systems.”

IPCC, 2013

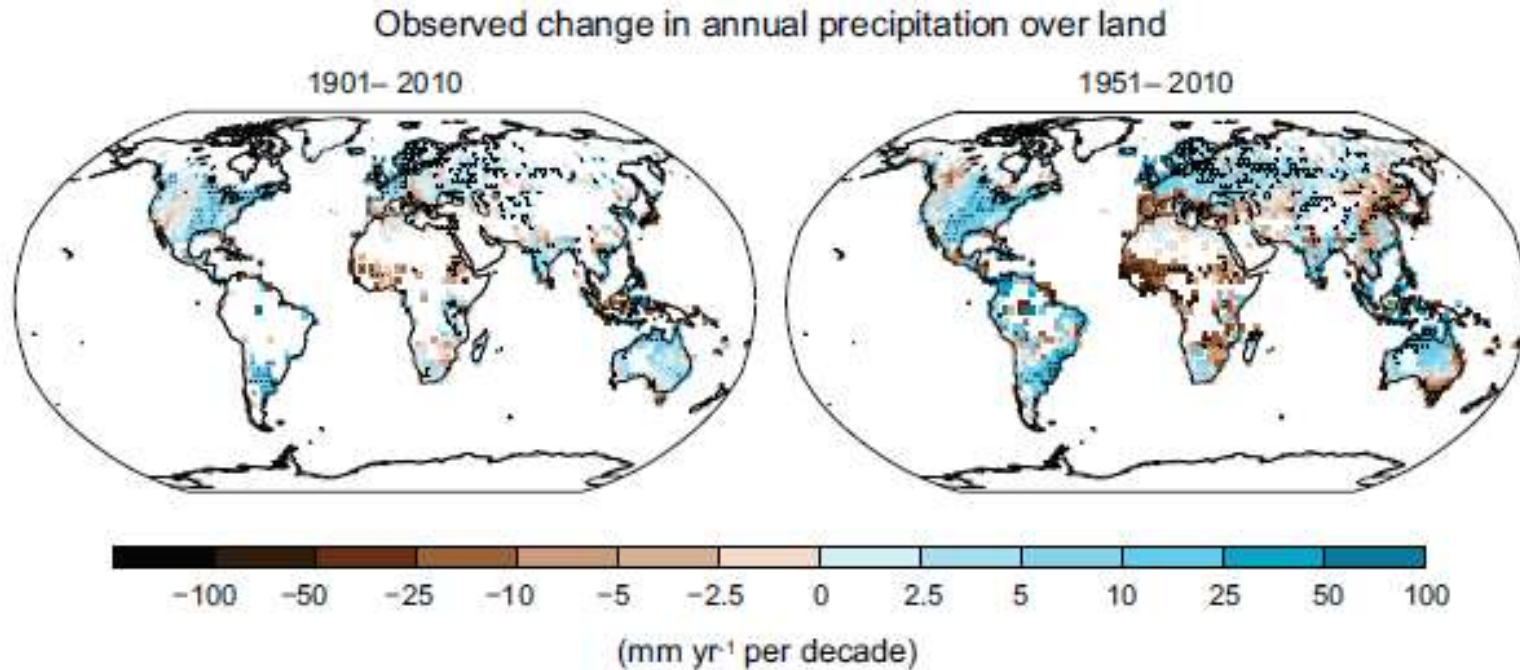
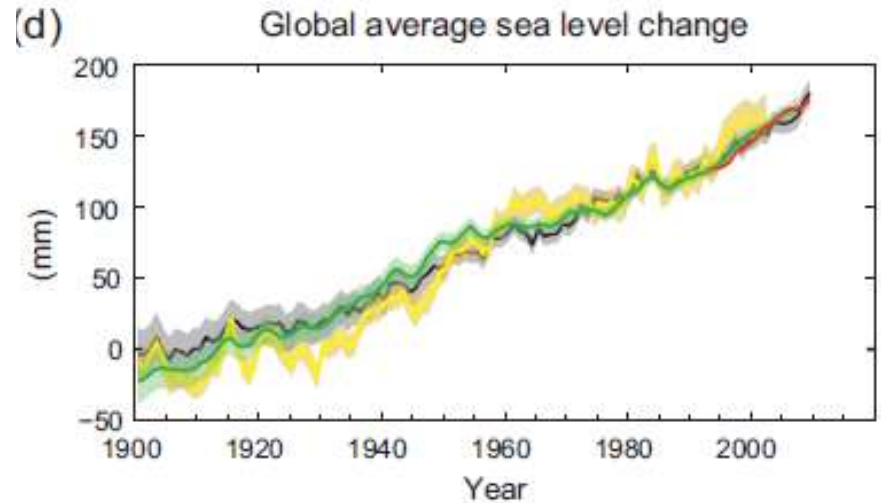
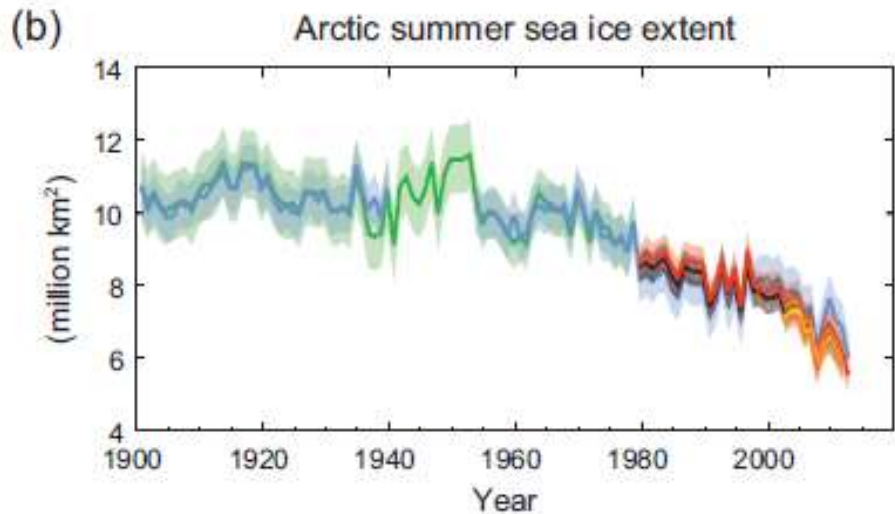
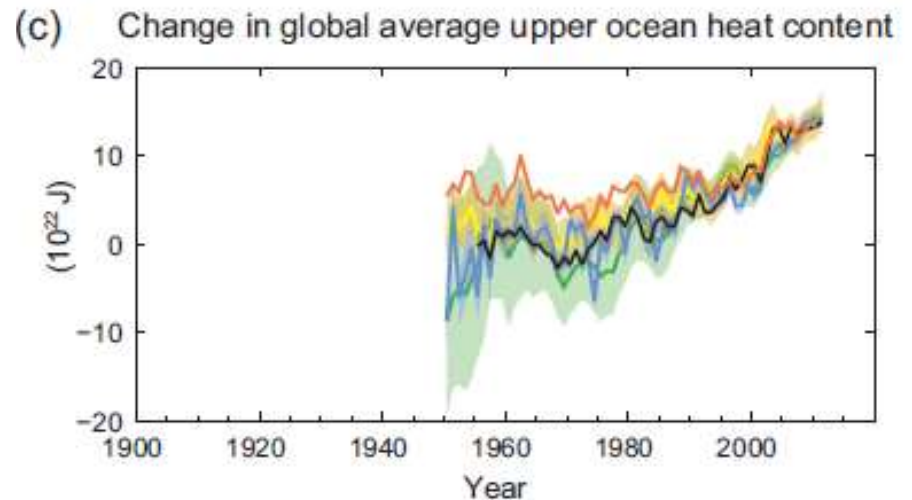
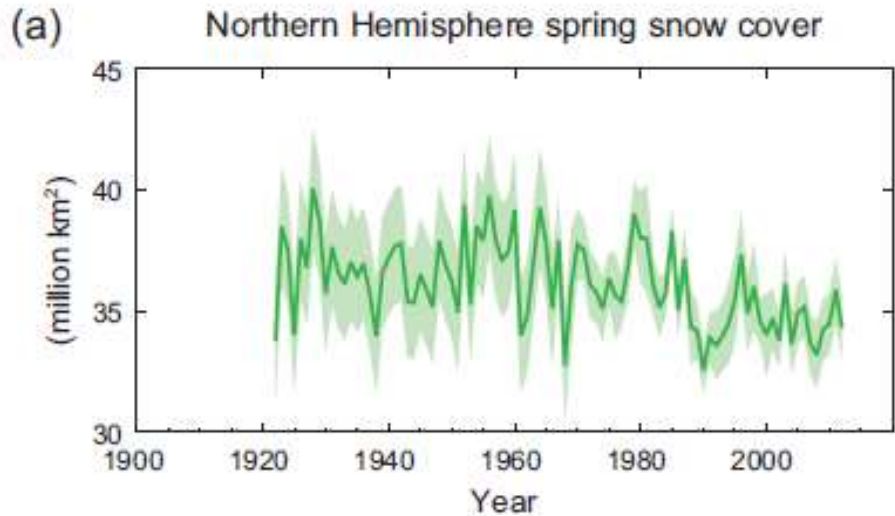


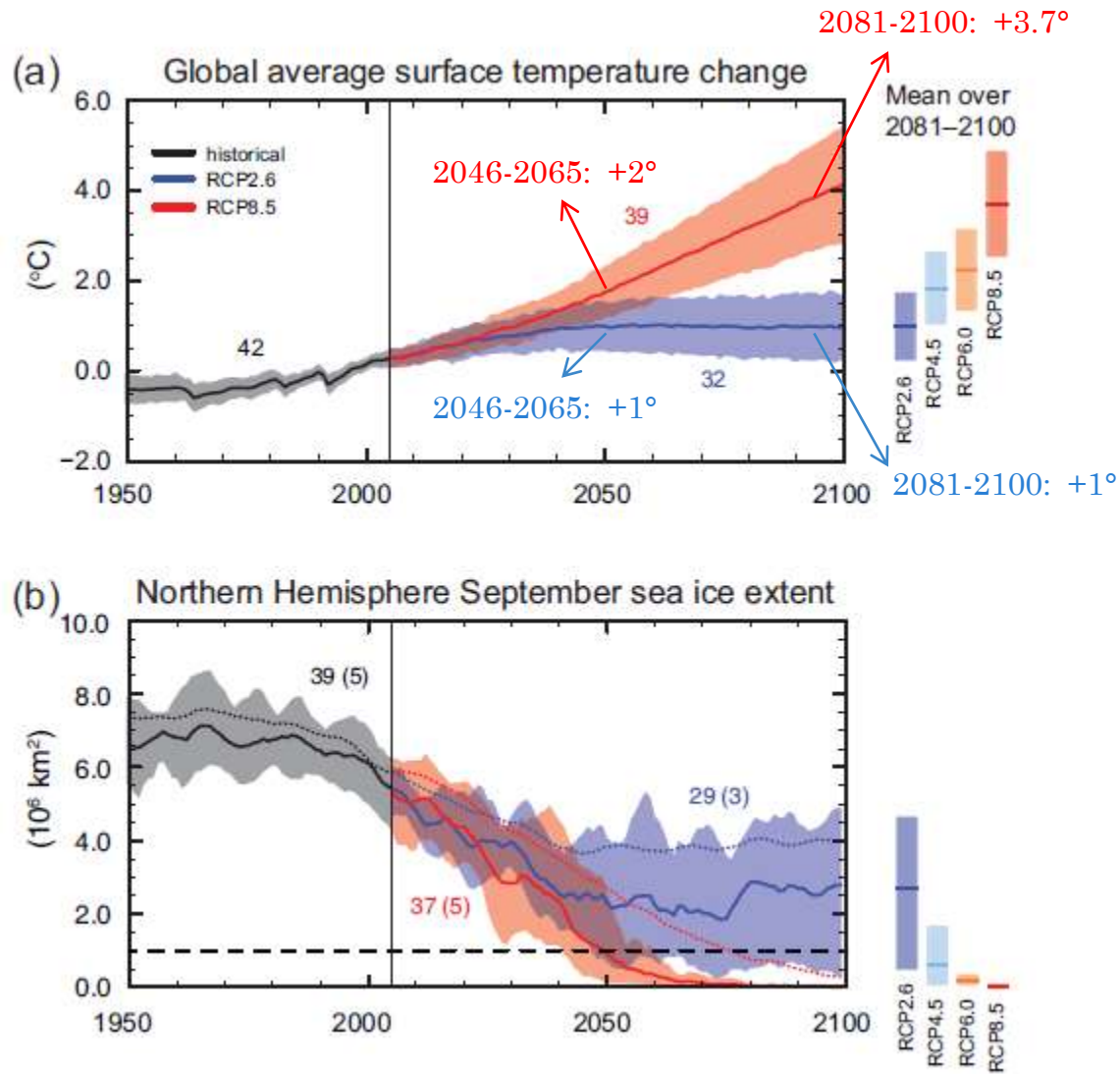
Figure SPM.2 | Maps of observed precipitation change from 1901 to 2010 and from 1951 to 2010 (trends in annual accumulation calculated using the same criteria as in Figure SPM.1) from one data set. For further technical details see the Technical Summary Supplementary Material. (TS TFE.1, Figure 2; Figure 2.29)



Climate Change (IPCC, 2013)

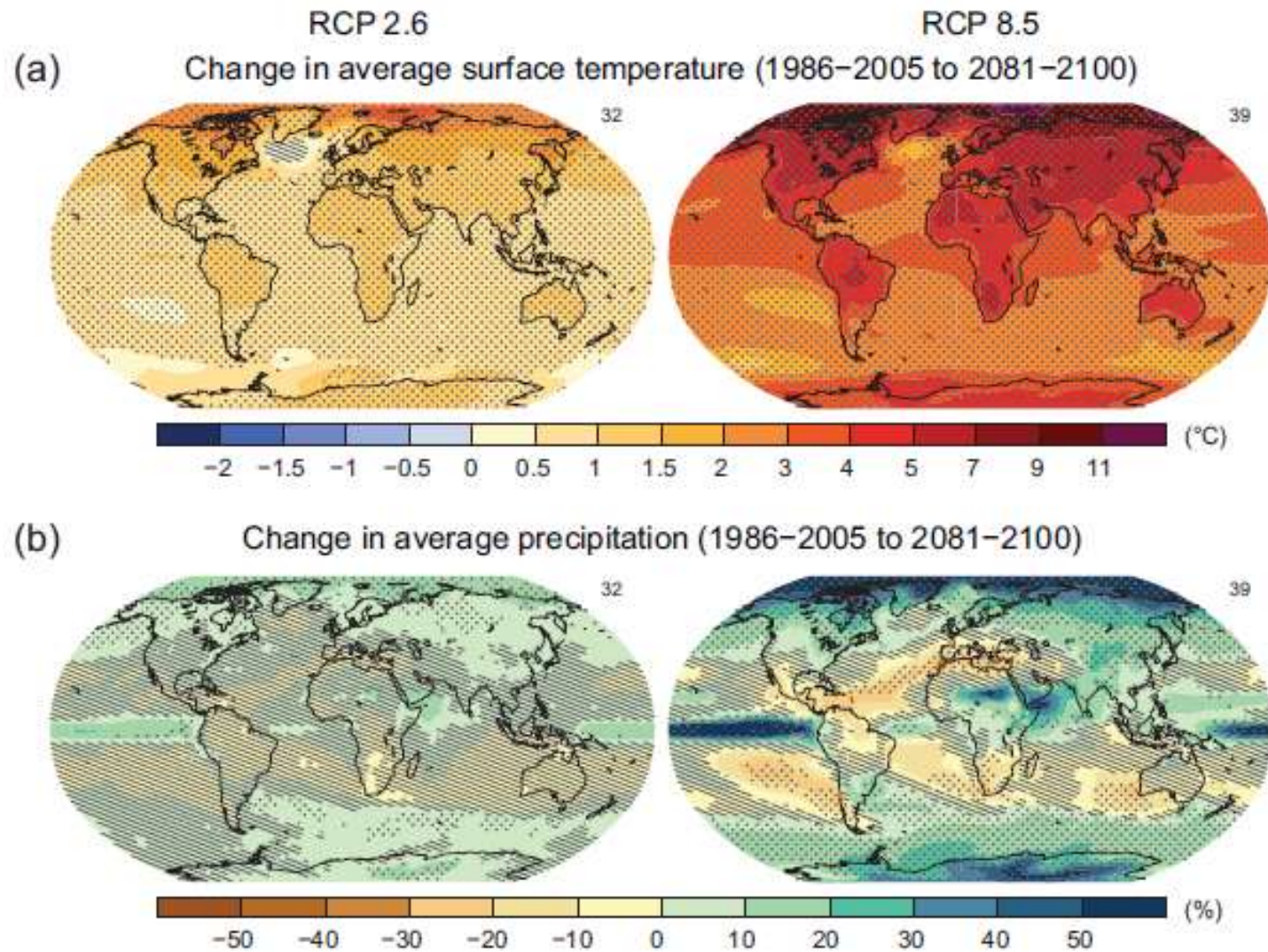
(a) Extent of Northern Hemisphere spring average snow cover; (b) extent of Arctic summer average sea ice; (c) change in global mean upper ocean (0–700 m) heat content aligned to 2006–2010; (d) global mean sea level relative to the 1900–1905 mean

Scenarios (IPCC, 2013)



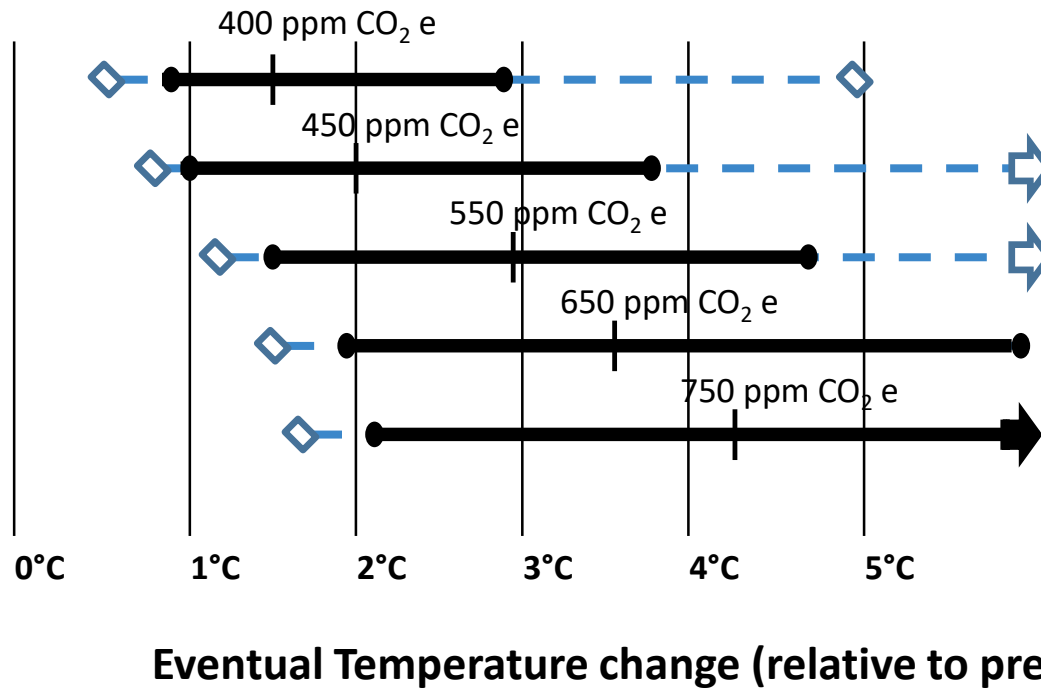
Source: Climate Change (IPCC, 2013)

Scenarios (IPCC, 2013)



Source: Climate Change (IPCC, 2013)

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE LEVEL OF GREENHOUSE GAS STABILIZATION AND EVENTUAL TEMPERATURE CHANGE (HARRIS ET AL., 2017)



Source: Stern, 2007.

Note: CO₂e = CO₂ equivalent; ppm = parts per million.



POSSIBLE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE

Eventual Temperature Rise Relative to Pre-Industrial Temperatures					
Type of Impact	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C
Freshwater Supplies	Small glaciers in the Andes disappear, threatening water supplies for 50 million people	Potential water supply decrease of 20–30% in some regions (Southern Africa and Mediterranean)	Serious droughts in southern Europe every 10 years 1–4 billion more people suffer water shortages	Potential water supply decrease of 30–50% in southern Africa and Mediterranean	Large glaciers in Himalayas possibly disappear, affecting ¼ of China’s population
Food and Agriculture	Modest increase in yields in temperature regions	Declines in crop yields in tropical regions (5–10% in Africa)	150–550 million more people at risk of hunger Yields likely to peak at higher latitudes	Yields decline by 15–35% in Africa Some entire regions out of agricultural production	Increase in ocean acidity possibly reduces fish stocks
Human Health	At least 300,000 die each year from climate-related diseases Reduction in winter mortality in high latitudes	40–60 million more exposed to malaria in Africa	1–3 million more potentially people die annually from malnutrition	Up to 80 million more people exposed to malaria in Africa	Further disease increase and substantial burdens on health care services
Coastal Areas	Increased damage from coastal flooding	Up to 10 million more people exposed to coastal flooding	Up to 170 million more people exposed to coastal flooding	Up to 300 million more people exposed to coastal flooding	Sea-level rise threatens major cities such as New York, Tokyo, and London
Ecosystems	At least 10% of land species facing extinction Increased wildfire risk	15–40% of species potentially face extinction	20–50% of species potentially face extinction Possible onset of collapse of Amazon forest	Loss of half of Arctic tundra Widespread loss of coral reefs	Significant extinctions across the globe

Sources: IPCC, 2007b; Stern, 2007.



Effetti sul clima

- La temperatura globale degli oceani continuerà ad aumentare. Il calore penetrerà dalla superficie agli strati più profondi, influenzando le correnti.
- Stime di riscaldamento degli oceani: tra 0.6°C e 2.0°C (nei primi 100 metri), e circa 0.3°C - 0.6°C (a profondità di 1000 m) per la fine del 21 secolo.
- Il livello medio dei mari continuerà a crescere (nel periodo 2081–2100 rispetto al periodo 1986–2005 potrà aumentare da 0.26 a 0.82 m).
- **La frequenza e l'intensità degli eventi climatici estremi (precipitazioni, siccità, uragani) cambierà.**
- Non possono essere escluse transizioni climatiche rapide e drastiche.

Effetti sugli ecosistemi

- Ci saranno migrazioni verso i poli.
- Gli ecosistemi si sono già mossi in passato, ma...
- Il tasso corrente di climate change è il più rapido degli ultimi 10,000 anni
- Molte specie vegetali probabilmente non riusciranno a muoversi abbastanza velocemente
 - Velocità attuale 0.04 a 2 km/anno
 - Velocità richiesta 1.5 a 5.5 km/anno
- L'uso della terra da parte degli uomini ha intrappolato gli ecosistemi in “isole”
- Indebolimento dovuto ad altre fonti di “disturbo” (inquinamento atmosferico)

Effetti sugli uomini

- Riduzione nel potenziale agricolo a cause delle temperature elevate;
- La disponibilità di acqua nelle regioni già a rischio di desertificazione si ridurrà ulteriormente;
- più persone saranno esposte a gravi malattie (malaria, colera,...);
- aumento mortalità;
- aumento del rischio di inondazioni
 - alcune piccole isole nel Pacifico scompariranno

WORLD BANK, 2018

BY 2050—IF NO ACTION IS TAKEN—THERE WILL BE MORE THAN 143 MILLION INTERNAL CLIMATE MIGRANTS ACROSS THESE THREE REGIONS

SUB-SAHARAN AFRICA

86 MILLION



SOUTH ASIA

40 MILLION

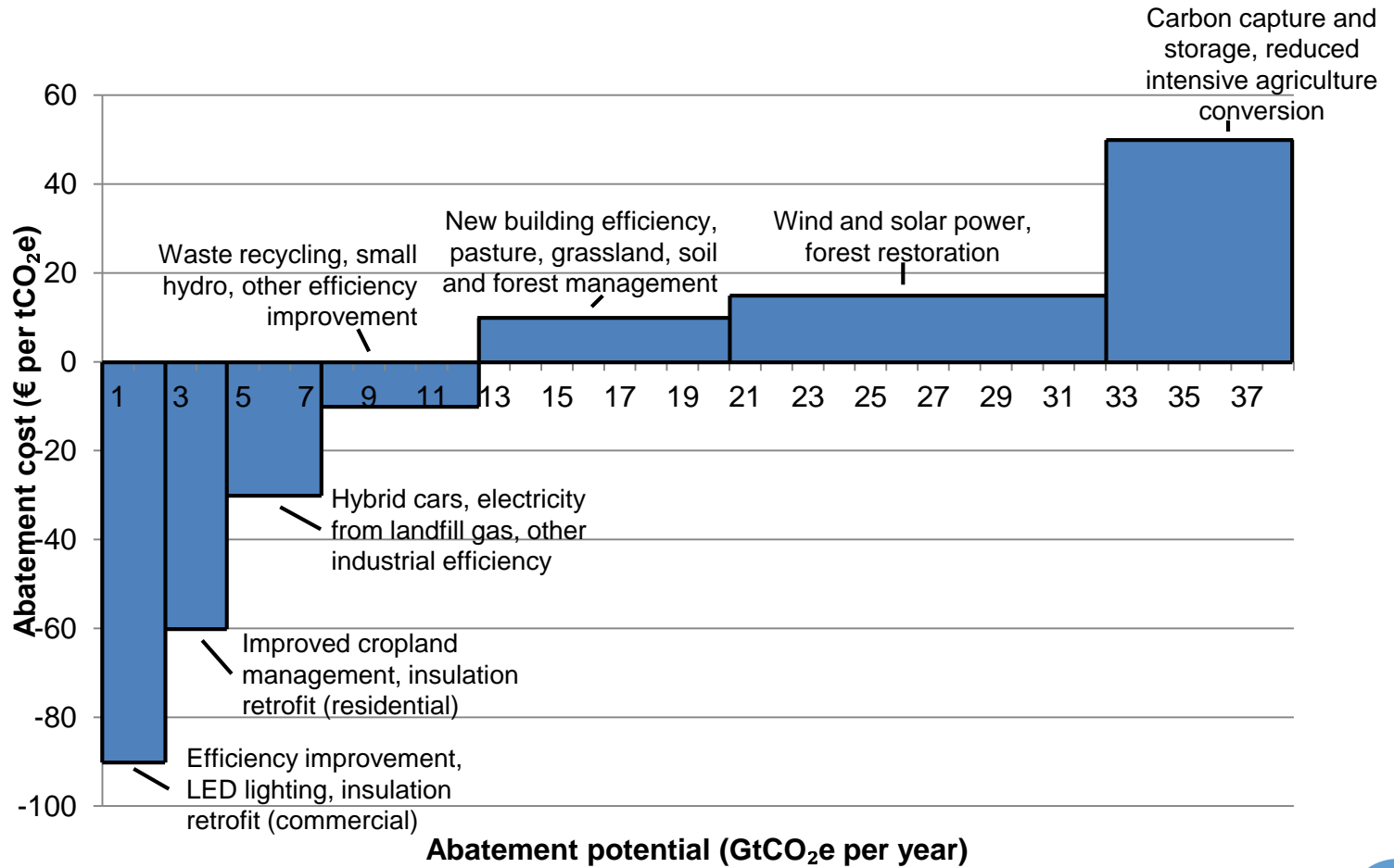


LATIN AMERICA

17 MILLION



GLOBAL GREENHOUSE GAS ABATEMENT COST CURVE FOR 2030 (HARRIS ET AL., 2017)



Source: Adapted from McKinsey & Company, 2009.



IMPORTANT EVENTS IN INTERNATIONAL CLIMATE CHANGE NEGOTIATIONS (HARRIS ET AL., 2017)

Year, Location	Outcome
1992, Rio de Janeiro	UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Countries agree to reduce emissions with “common but differentiated responsibilities.”
1995, Berlin	The first annual Conference of the Parties to the framework, known as a COP. U.S. agrees to exempt developing countries from binding obligations.
1997, Kyoto	At the third Conference of the Parties (COP-3) the Kyoto Protocol is approved, mandating developed countries to cut greenhouse gas emissions relative to baseline emissions by 2008-2012 period.
2001, Bonn	(COP-6) reaches agreement on terms for compliance and financing. Bush administration rejects the Kyoto Protocol; U.S. is only an observer at the talks.
2009, Copenhagen	COP-15 fails to produce a binding post-Kyoto agreement, but declares the importance of limiting warming to under 2°C. Developed countries pledge \$100 billion in climate aid to developing countries.
2011, Durban	(COP-17) participating countries agreed to adopt a universal legal agreement on climate change as soon as possible, and no later than 2015, to take effect by 2020.
2015, Paris	COP-21 195 nations sign the Paris Agreement, providing for worldwide voluntary actions (INDC’s) by individual countries.



PROTOCOLLO DI KYOTO

- ❑ Adottato alla terza Conference of Parties (COP3) a Kyoto, 1997
- ❑ Definisce un target di riduzione dell'inquinamento del 5,2% rispetto al 1990, da ottenersi entro il periodo 2008-2012s
- ❑ Propone l'istituzione di un mercato globale per il commercio delle emissioni

Dopo BALI: ruolo della Finanza

- Generazione di finanziamenti nuovi, adeguati, ragionevolmente certi e sostenibili, includendo:
 - ✓ **Fonti innovative di finanziamento per l'adattamento**
 - ✓ Fonti sia pubbliche che private
- Accesso alla finanza, ivi inclusi:
 - ✓ **Migliore accesso** alle risorse finanziarie esistenti
 - ✓ **Incentivi** per implementare politiche di mitigazione, adattamento ecc...
 - ✓ Meccanismi per garantire l'incontro tra bisogni e supporto
- Miglioramenti istituzionali finalizzati alla finanza ed agli investimenti.

Paris COP 21: Tre obiettivi

1. contenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli preindustriali ed il perseguimento di sforzi per limitarla ad 1.5°C;
2. accrescere la capacità di adattamento agli impatti avversi del cambiamento climatico, promuovere la resilienza e uno sviluppo a basse emissioni, in maniera che non sia minacciata la produzione alimentare;
3. creare flussi finanziari coerenti con un percorso di sviluppo a basse emissioni di gas serra e resiliente ai cambiamenti climatici.

COP 21 PARIS

<https://www.carbonbrief.org/interactive-the-paris-agreement-on-climate-change>



COP 21

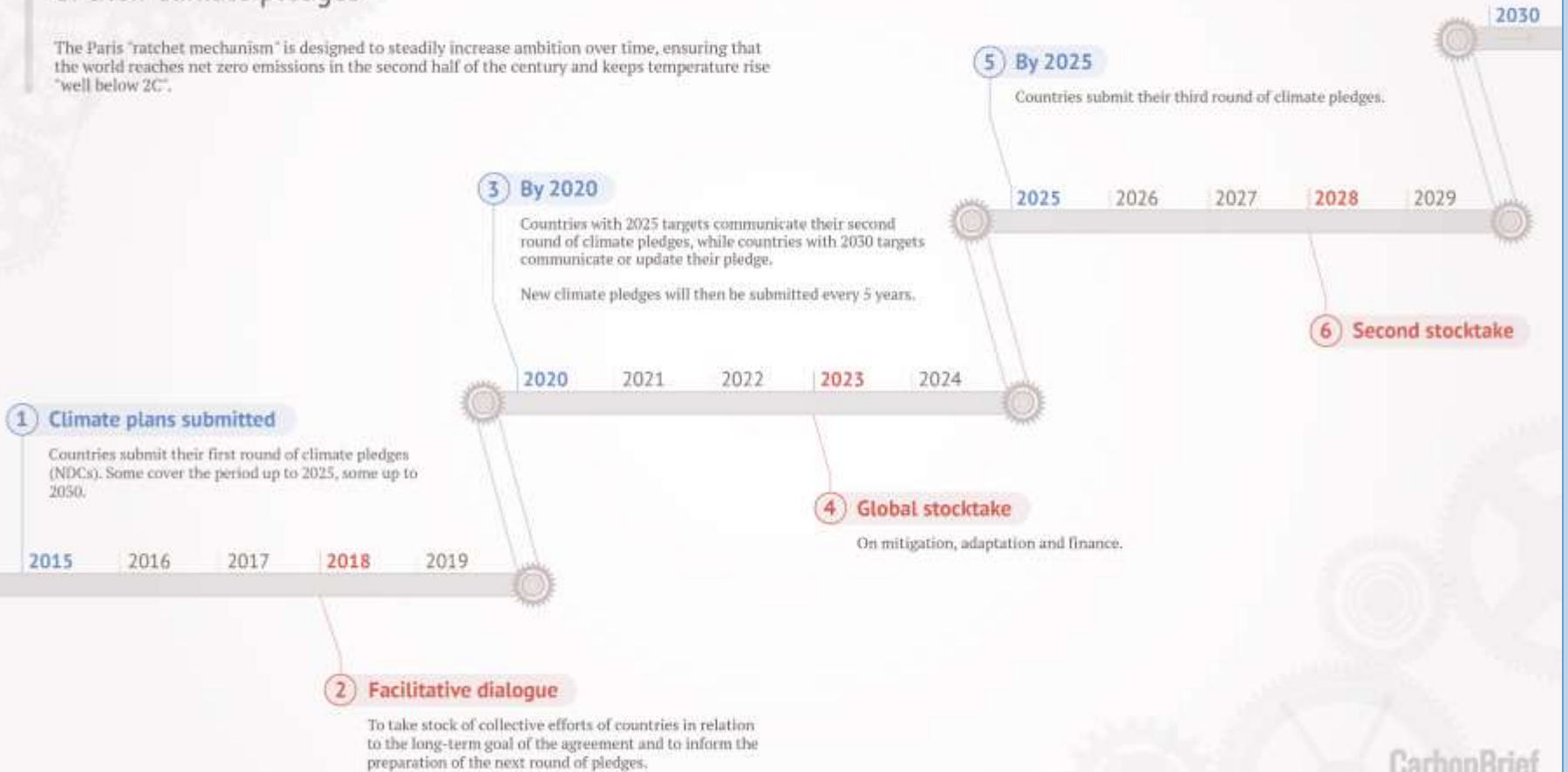
- Of particular importance in the Paris Agreement, in terms of data and reporting requirements, are
 1. Articles 3 and 4 defining the “Nationally determined contributions”
 2. Article 13 defining the new “transparency framework”, and
 3. Article 14 defining the new “global stocktake”

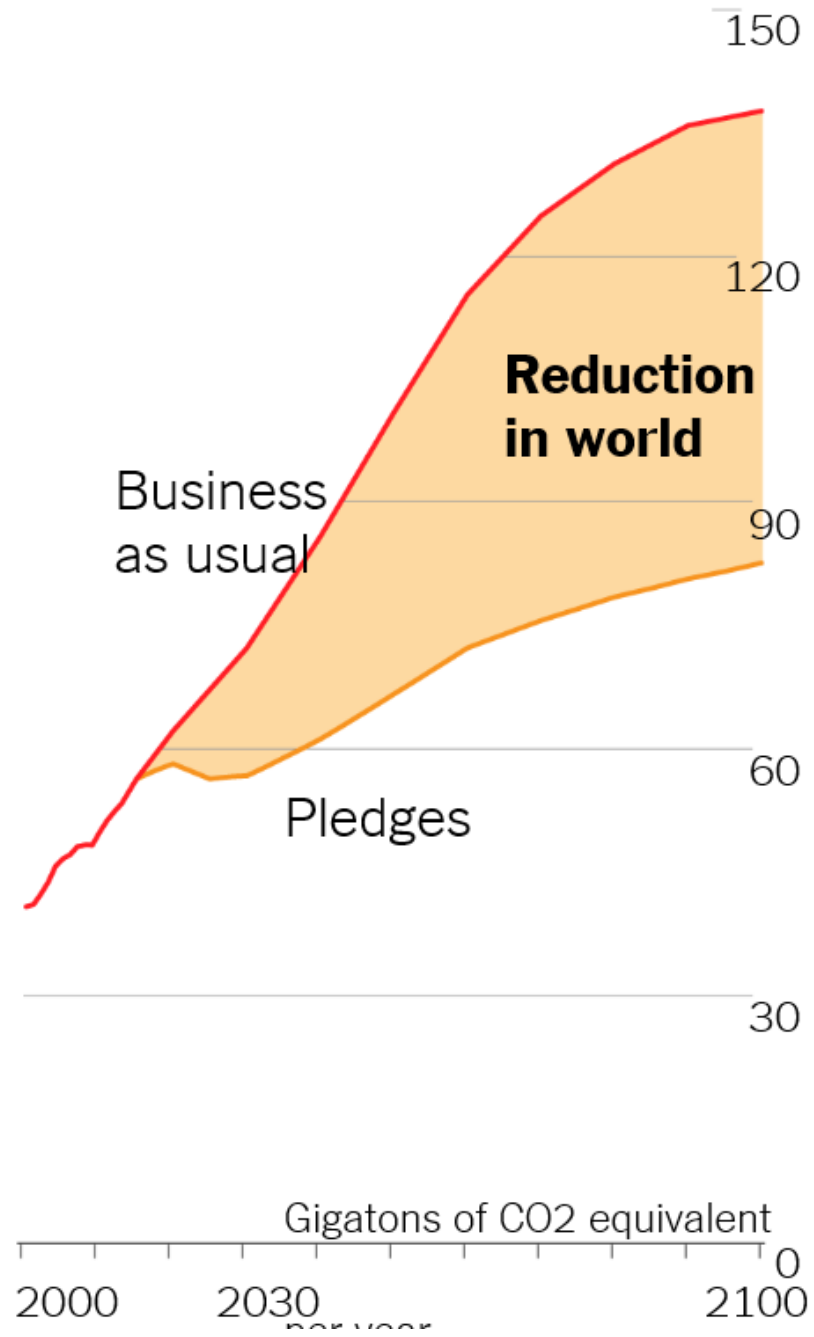


COP 21 PARIS

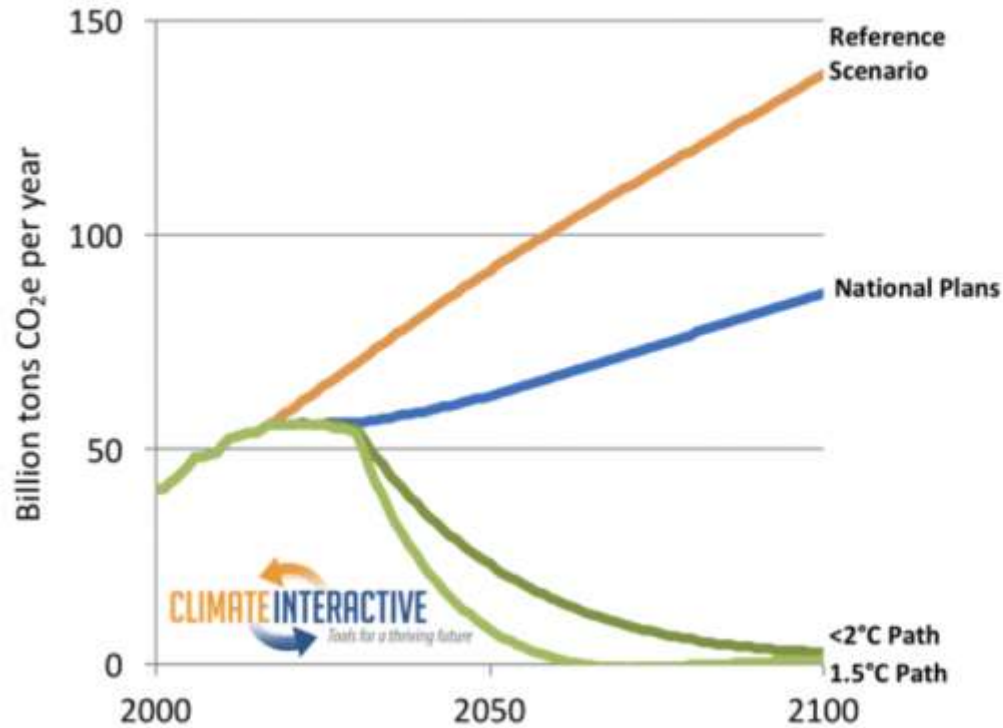
Timeline: How countries plan to raise the ambition of their climate pledges

The Paris "ratchet mechanism" is designed to steadily increase ambition over time, ensuring that the world reaches net zero emissions in the second half of the century and keeps temperature rise "well below 2C".





Global Emissions



October 2017, ClimateScoreboard.org

2100 Values

Temp. Increase Over Preindustrial (90% C.I.)	Atmospheric CO ₂	Atmospheric CO ₂ e
4.2°C (2.5°C-5.5°C) 7.6°F (4.4°F-9.9°F)	850 ppm	885 ppm
3.3°C (1.9°C-4.4°C) 6°F (3.5°F-7.9°F)	660 ppm	700 ppm
1.8°C (1°C-2.5°C) 3.2°F (1.7°F-4.4°F)	445 ppm	465 ppm
1.5°C (0.8°C-2.1°C) 2.7°F (1.4°F-3.8°F)	410 ppm	425 ppm



Paris COP 21: Come contenere l'aumento delle temperature sotto I 2 gradi? (Blog Carlo Carraro)

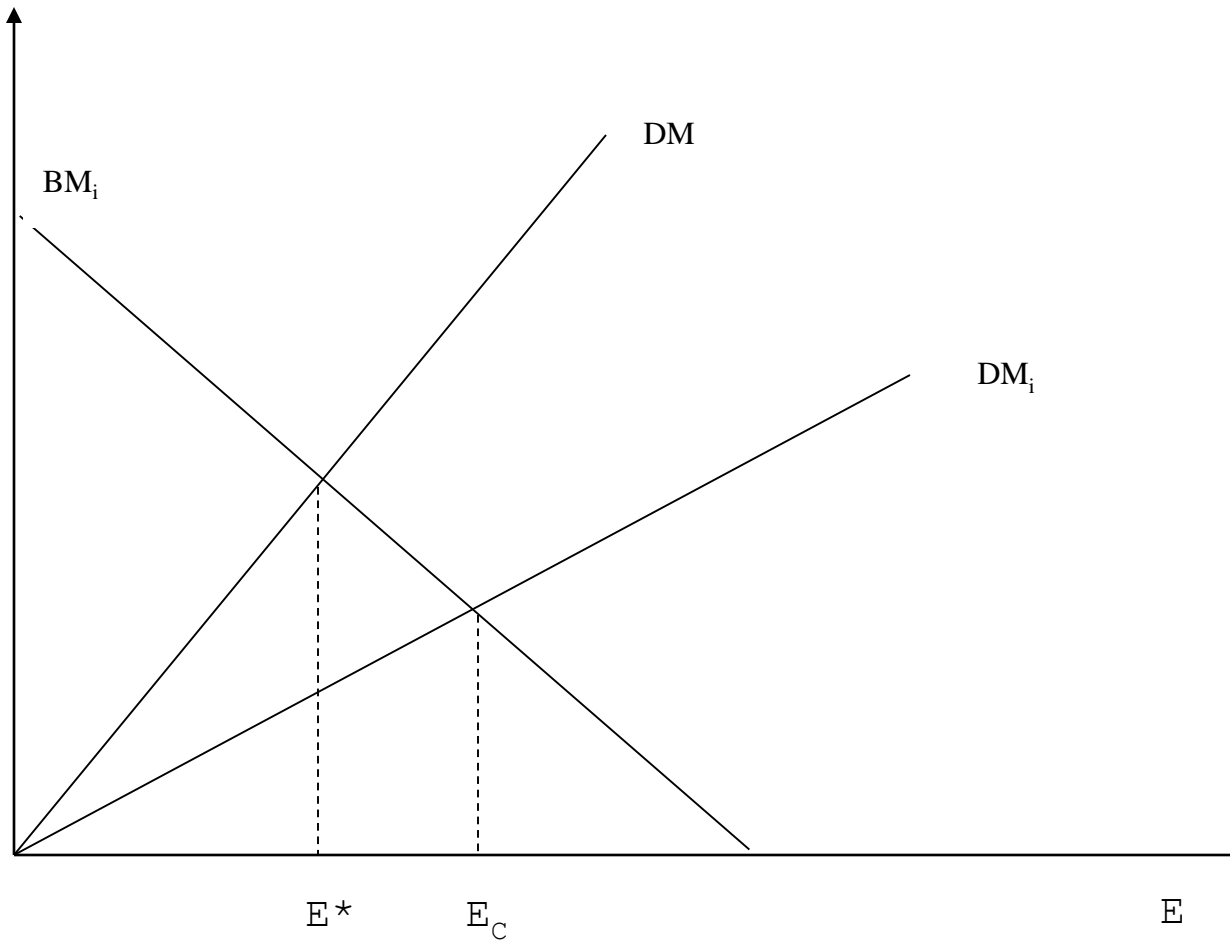
1. raggiungere il picco delle emissioni globali di gas serra il più presto possibile per poi intraprendere una rapida riduzione fino a raggiungere, nella seconda metà del secolo, la parità tra emissioni prodotte e quelle assorbite, tramite contributi determinati a livello nazionale
2. garantire sostegno e flessibilità ai paesi in via di sviluppo.
3. assegnare ai paesi sviluppati il ruolo guida nell'azione di mitigazione
4. aggiornamento dei contributi nazionali ogni 5 anni.

Perchè succede?

Cosa c'entra l'economia?

- Prisoner Dilemma: quanto sono forti gli incentivi al free riding?
- Prisoner dilemma ripetuto:
 - Esiste una punizione credibile?
 - Le autorità di governo sono lungimiranti?
- Olson: troppi agenti coinvolti = poco incentivo alla cooperazione?
- “Ostrom”: quanto è verosimile la cooperazione volontaria?

Problemi ambientali internazionali



Problemi

- Gli accordi cooperativi non si “fanno rispettare” da soli
 - Forte incentivo per i paesi a deviare dalla cooperazione
- Cosa accade, ad esempio, quando un solo paese beneficia Dalla cooperazione:
 - Paesi a monte o a valle di un fiume
- Esiste la possibilità di sostenere la cooperazione Internazionale?



Il problema cooperativo con due “giocatori”

B. = 3 per ciascun Paese

C. = 4 (diviso equamente se entrambi cooperano)

Paese A \ Paese B	Tradire (Inquinare)	Cooperare (Ridurre)
Tradire (Inquinare)	0, 0	3, -1
Cooperare (Ridurre)	-1, 3	1, 1

DSE



Cosa cambierebbe se una autorità potesse imporre multe ai paesi che non cooperano?

Paese B Paese A	Tradire (Inquinare)	Cooperare (Ridurre)
Tradire (Inquinare)	-3, -3	0, -1
Cooperare (Ridurre)	-1, 0	1, 1

DSE



Un altro tipo di “gioco” (chicken game)

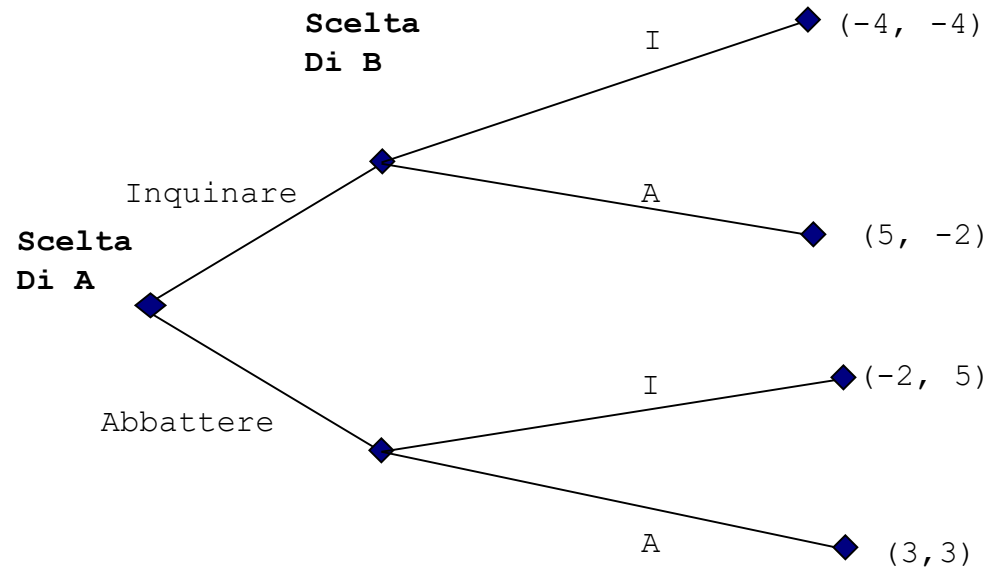
- Non ridurre l'inquinamento è molto costoso (-4)
- Il beneficio per ciascun paese è 5, il costo è 7 se solo un paese abbatte mentre è 4 (2 ciascuno) se entrambi abbattono.

Paese B Paese A	Tradire (Inquinare)	Cooperare (Ridurre)
Tradire (Inquinare)	-4, -4	5, -2
Cooperare (Ridurre)	-2, 5	3, 3

NE



GIOCO SEQUENZIALE: A SCEGLIE PRIMA



Cosa succede se l'abbattimento ha una "dimensione minima"?

(assurance game)

- Il beneficio del disinquinamento è 0, a meno che Entrambi i paesi cooperino
- i costi per ciascun paese sono 8, i benefici 12, ma solo se entrambi cooperano
- l'inquinamento non è percepito come pericoloso (0)

Paese B	Inquinare	Ridurre
Paese A		
Inquinare	0, 0	0, -8
Ridurre	-8, 0	4, 4

NE



COME SOSTENERE LA COOPERAZIONE?

- Rilevanza della “punizione”
 - esempio: se non cooperi oggi, ti punisco non cooperando mai più!
 - Credibile?
 - Esistono strategie punitive meno pesanti (“tit for tat...”) ma non sempre sono efficaci
- Rilevanza del futuro
 - Un paese meno impaziente è più incline alla cooperazione



Il “dilemma del prigioniero ripetuto”

- **Notate: azioni e strategie non sono più la stessa cosa**
- **Strategia del “grilletto”**
- **Se il gioco è ripetuto un numero finito di volte: stesso esito del gioco statico**

Paese A \ Paese B	Tradire (Inquinare)	Cooperare (Ridurre)
Tradire (Inquinare)	0, 0	3, -1
Cooperare (Ridurre)	-1, 3	1, 1



Il “dilemma del prigioniero ripetuto”

Paese A \ Paese B	Tradire (Inquinare)	Cooperare (Ridurre)
Tradire (Inquinare)	0, 0	3, -1
Cooperare (Ridurre)	-1, 3	1, 1

Cosa succede se il gioco è ripetuto all’infinito (non so quando finisce)?

Una strategia *colpo su colpo* porta ad un equilibrio cooperativo se:

$$1 \cdot \delta / (1 - \delta) \geq 3 + 0 \cdot \delta / (1 - \delta)$$

Dove la precedente disuguaglianza risulta verificata se:

$$\delta > 3/4.$$



WARM GLOW (ANDREONI, 1990) – IMPURE ALTRUISM

“When people make donations to privately provided public goods, such as charity, there may be many factors influencing their decisions other than altruism... Social pressure, guilt, sympathy, or simply desire for a “warm glow” may play important roles in the decisions of agents. While such warm-glow giving has been acknowledge in the literature, the most common approach has been to assume that preferences depend only on private consumption and the total supply of the public good and not on individual donations *per se*.”



WARM GLOW (ANDREONI, 1990) – IMPURE ALTRUISM

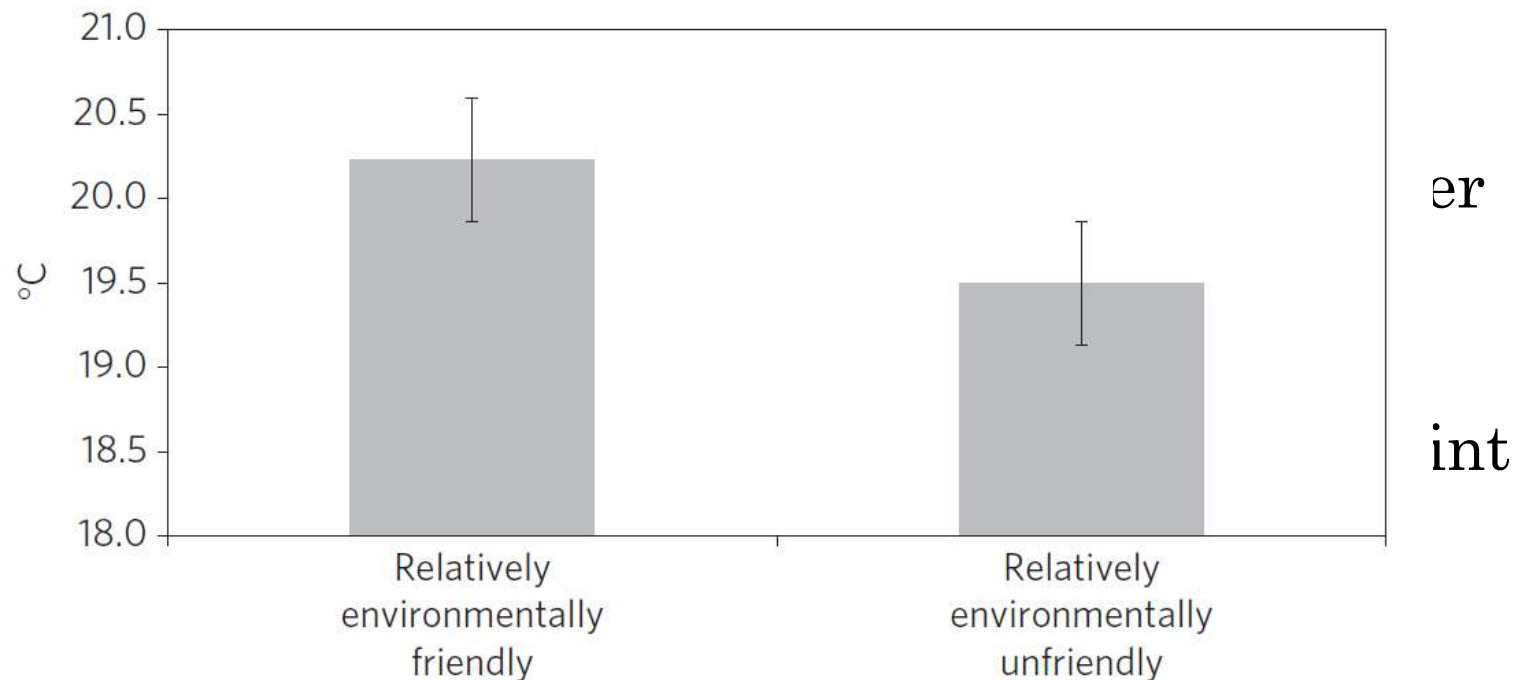
Government grants should “crowd out” voluntary gifts, but empirical evidence show that crowding out is small:

- Charity is pervasive
 - Italy: 62% of population giving money to charities (US 60%, UK 73%
- source Charities Aid Foundation)
-
- ▶ Impure altruism
 - ▶ Taking away 1€ from an individual and giving it to another individual only increases public goods provision if the € goes from the individual that care less to the one that cares more about g_i in and of itself (warm glow).
 - ▶ This may explain why total provision of G increases in response to public (tax/subsidies/grants) policies

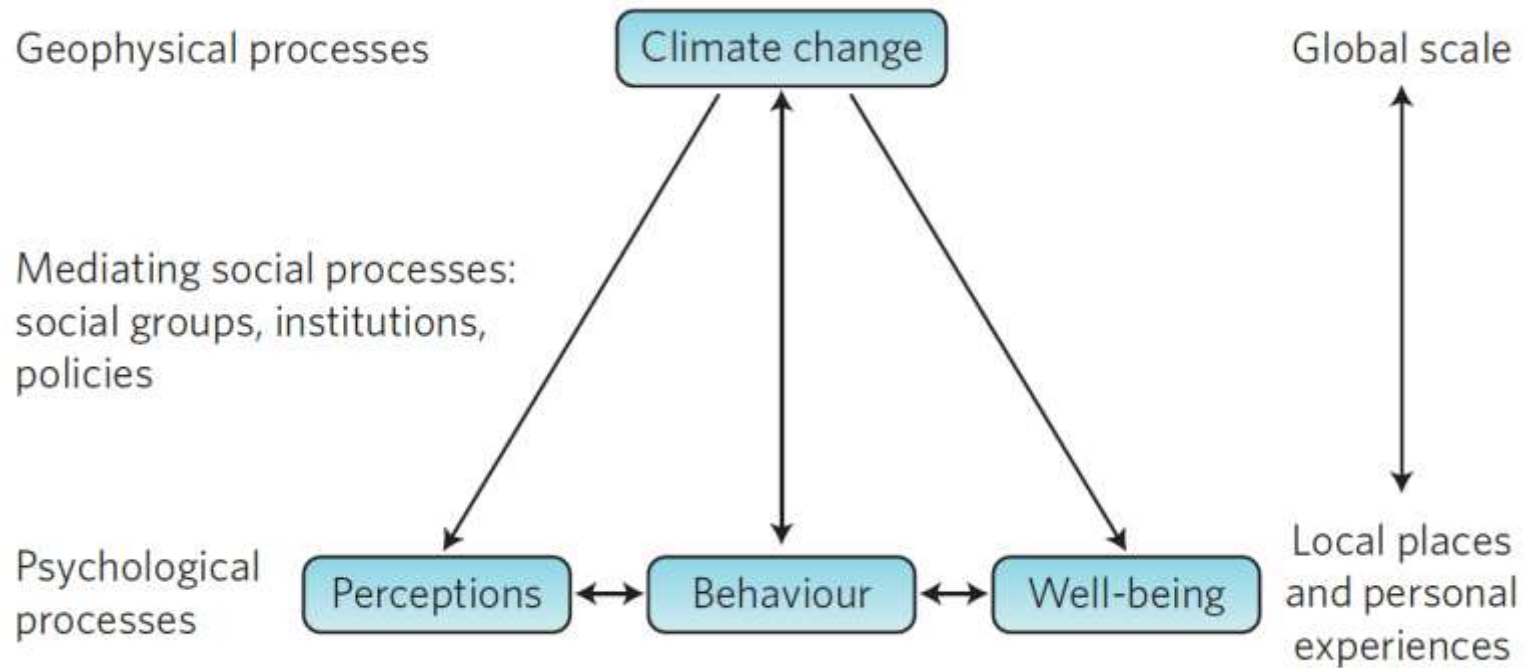


“LITERAL” WARM GLOW! (TAUFIK ET AL, 2014)

- Body temperature changes with well being



CLAYTON ET AL, 2015



Il rischio climatico

La scienza prova con sempre maggiore accuratezza la correlazione tra l'aumento delle emissioni antropogeniche e l'innalzamento delle temperature medie globali; gli effetti ambientali sono oggetto di preoccupazione crescente per la popolazione.

I cambiamenti climatici sono una delle concause dell'intensificarsi degli eventi estremi in termini di frequenza e di intensità: eventi tragici come l'abbattimento del tifone Haiyan sulle Filippine sottolineano l'urgenza di agire per limitare il nostro impatto sul clima e per adattarci ai cambiamenti in atto, sviluppando stili di vita più resilienti.

Nonostante le certezze scientifiche, le consapevolezza e le preoccupazioni, le emissioni globali di gas serra proseguono nella loro crescita, e continua ad essere difficile trovare un accordo internazionale per la loro riduzione.

IN GENERALE (TFCD – MILLER AND SWAN, 2016)

1. Physical Risks: that arise from climate-related weather disasters and impacts on productivity, employment etc.

2. Transition Risks primarily related to the ability of economies to adjust (or “transition”) to future conditions in such a way that economic and financial shocks are minimized. A key aspect of transition risk is the possibility of a carbon tax or price, which can help smooth the transition and prevent “stranded assets”—primarily in fossil industries—from accumulating for investors. In particular, stranded-asset risk manifests for two major, but interconnected, actors: (i) fossil-fuel companies themselves, which must consider the forward-looking value of their business and fossil reserves, and (ii) investors and lenders with financial stakes in those businesses. Policies and technological innovations both have the potential to negatively impact the value of these assets.

3. Liability Risks refer to the increasing potential for companies to be exposed to legal liabilities as a result of corporate mismanagement of climate risks or environmental impacts of operations. This may be relevant for insurance companies, engineering firms responsible for design of infrastructure, or manufacturers of products that fail to perform in hot weather.



BOUNDED RATIONALITY

- Kahneman & Tversky show how “rules of thumb” (“heuristics”) guide decisions.
- Common mistakes may arise.
 - Losses and Gains are not treated equally (Prospect theory)
 - Knetsch 1989: 89% of undergraduates given a mug will refuse to trade mug for chocolate bar of equal value; 90% of undergraduates given a chocolate bar will refuse to trade it for mug of equal value.
 - Events that are easier to recall or salient are likely to weigh heavily on decision makers; events that are harder to recall or less salient will weigh less heavily.
 - People may have attitudes towards risk that violate “standard” expected utility

