



Sulla scia di Zefiro

Effetto serra e cambiamenti climatici su scala globale e locale



**Dipartimento
di Scienze Chimiche,
Farmaceutiche ed Agrarie**



Terra



Fuoco



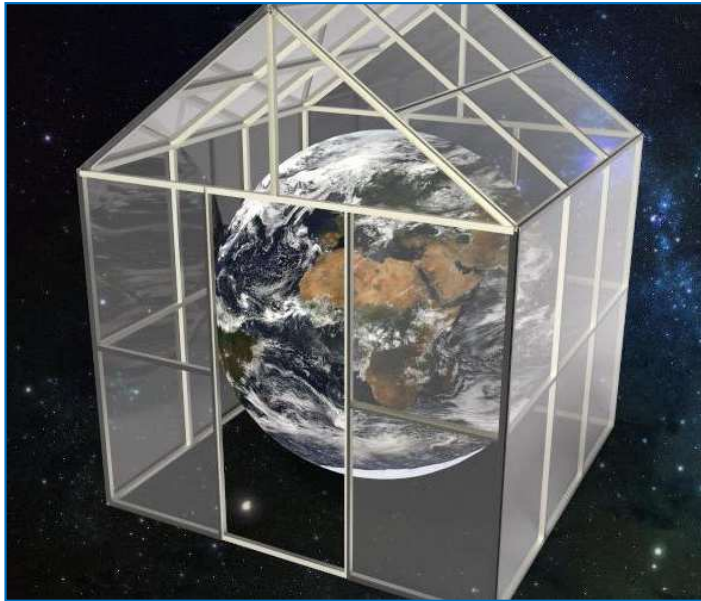
Acqua



Aria

Elena Sarti

5 ottobre 2023



- FENOMENO NATURALE
- NOTO GIÀ DALL' '800

**Senza effetto
serra**

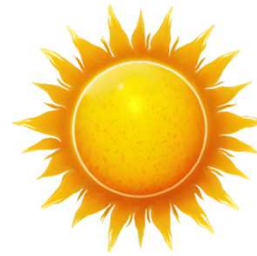
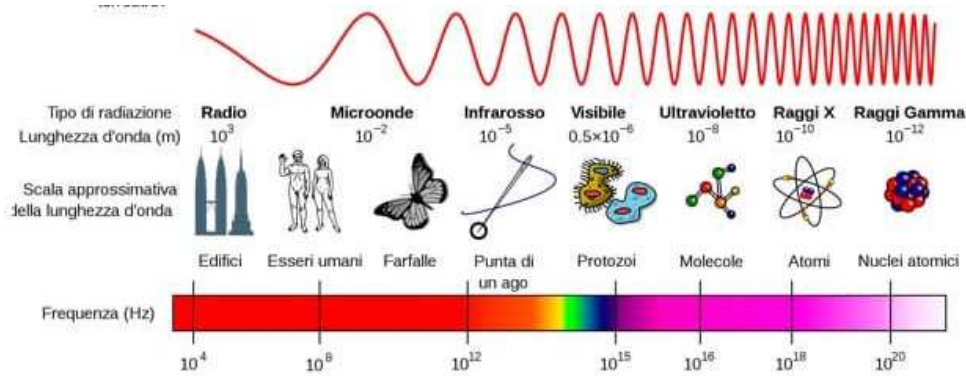
**Temperatura media
sul Pianeta: -18°C**



**Con effetto
serra**

**Temperatura media
sul Pianeta: $+15^{\circ}\text{C}$**

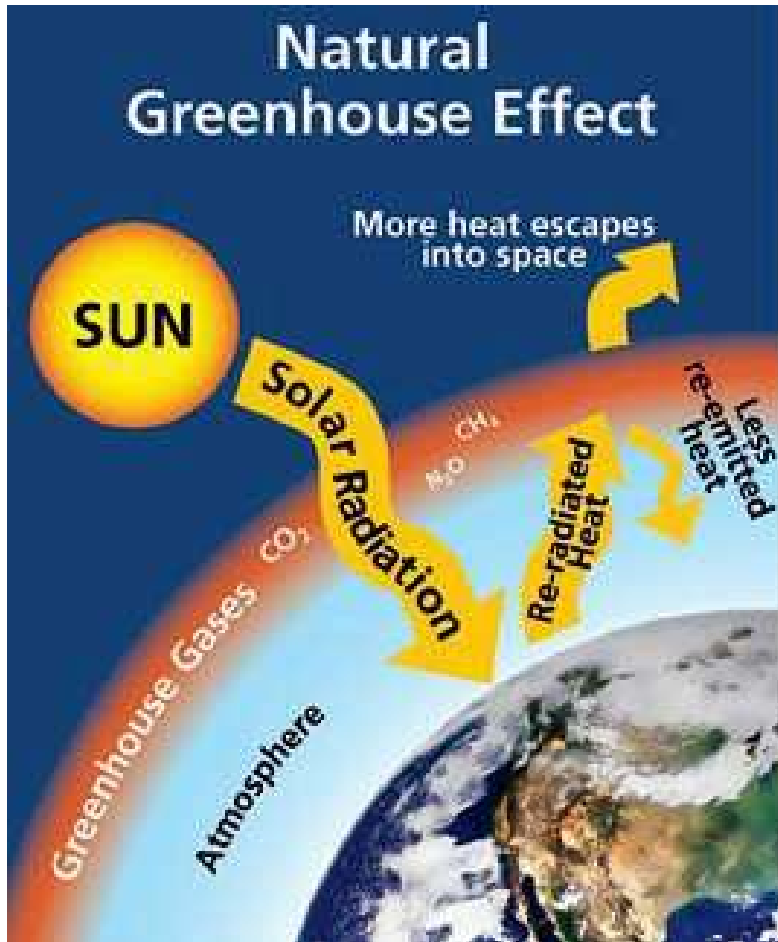




10% UV-A
45% VISIBILE
45% IR



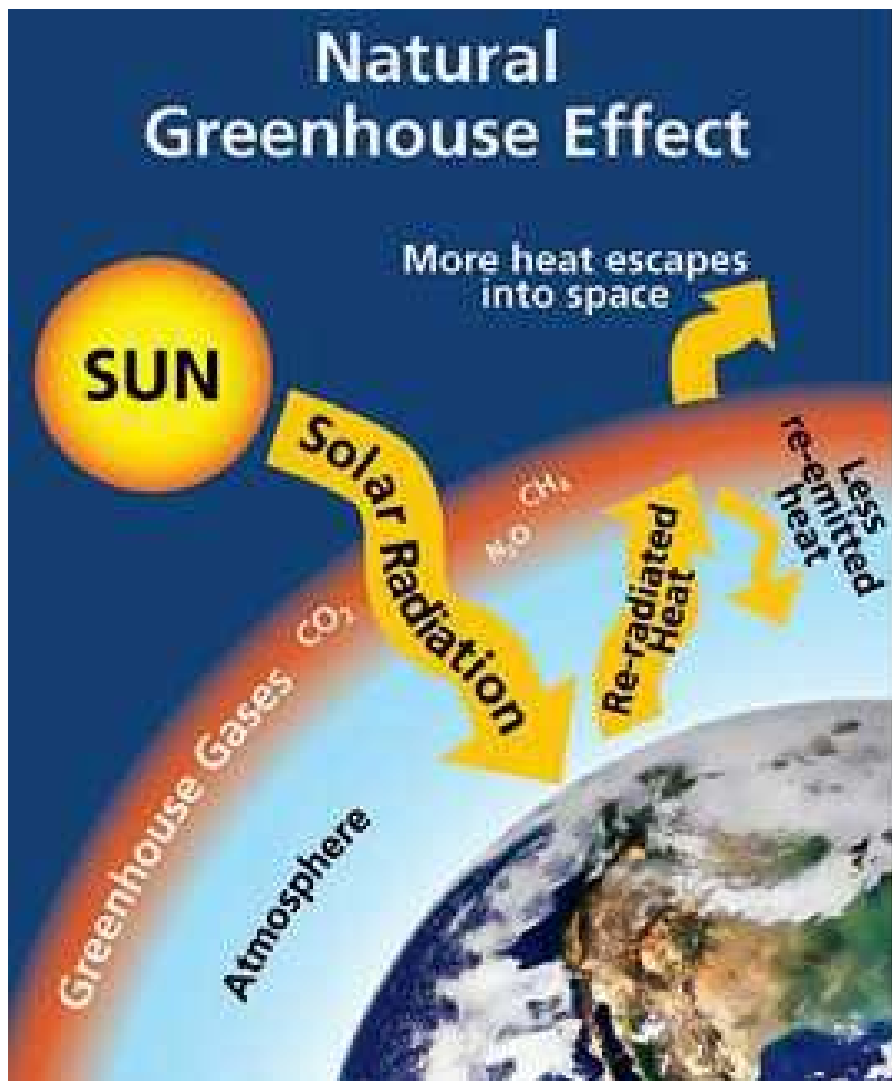
IR termico
(radiazione meno energetica rispetto quella in entrata)



La radiazione infrarossa (IR) in uscita dalla Terra viene intercettata da alcune componenti dell'atmosfera e viene in parte dissipata come calore



Natural Greenhouse Effect



Human Enhanced Greenhouse Effect



Gas serra naturali


- Vapor acqueo

Gas serra naturali e antropici

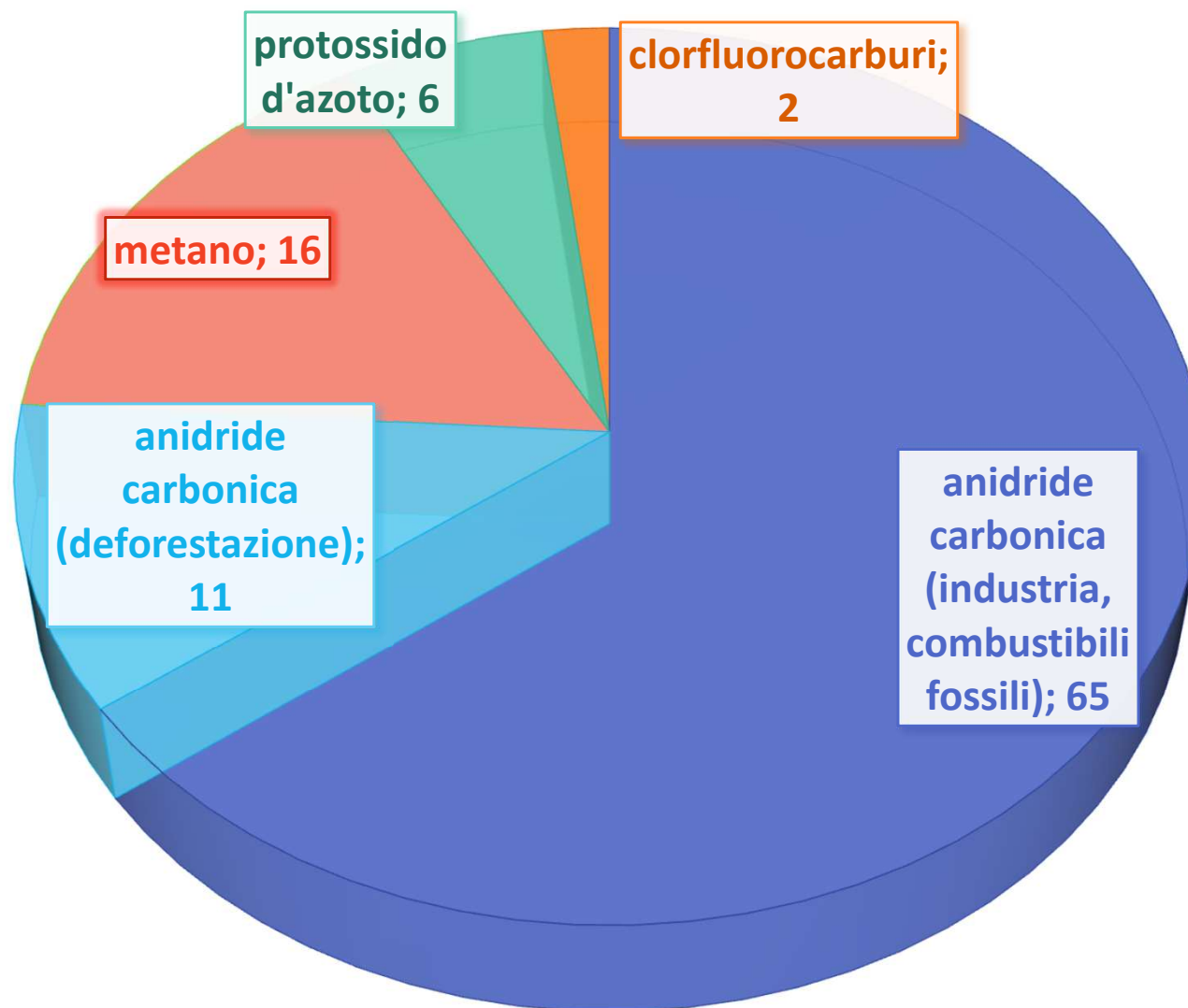
- Anidride carbonica (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Protossido d'azoto (N_2O)

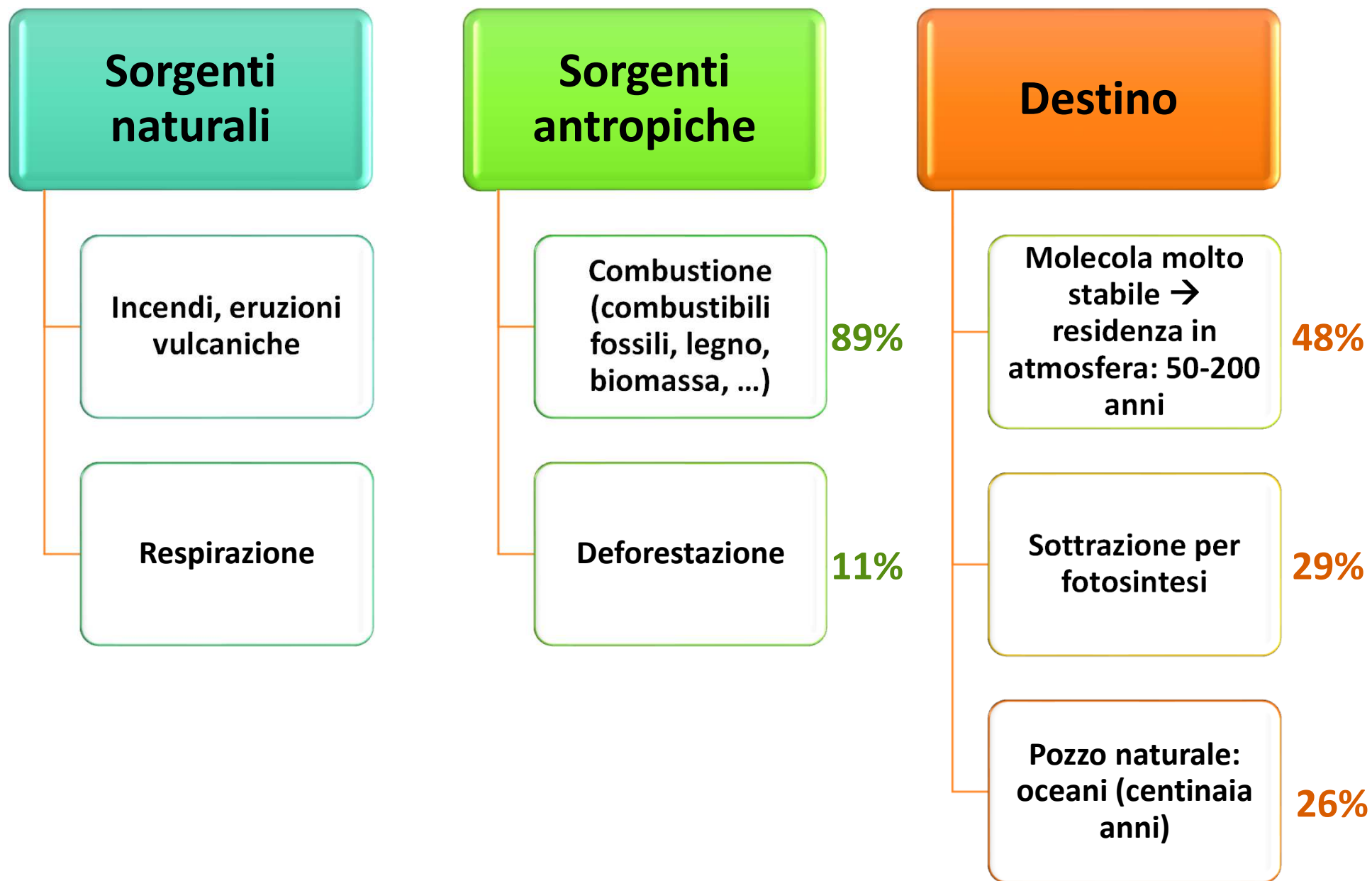
Gas serra antropici

- Clorofluorocarburi e simili

- **Protocollo di Montreal (1987):** CFC sostituiti da molecole simili, ma con minore potenziale di distruzione dell'ozono.
 - Anche i sostituti non sono totalmente innocui per l'ozono → **Produzione cessata: CFC 1995, HALON 1994, HCFC 2030**
- 

Contributi dei principali gas serra

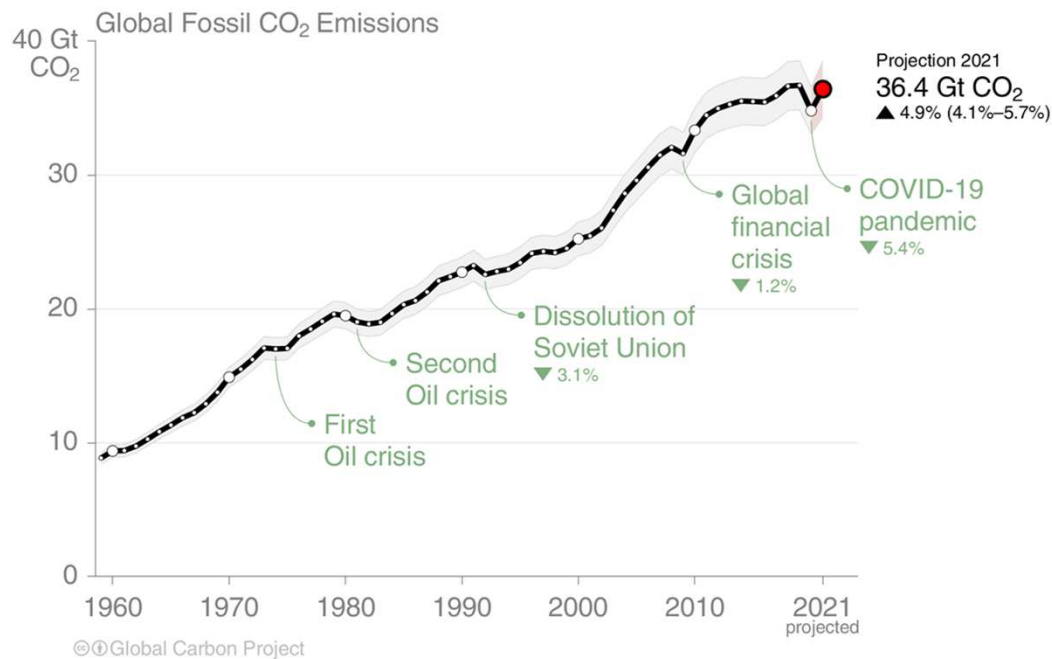






Concentrazione di CO₂ globale

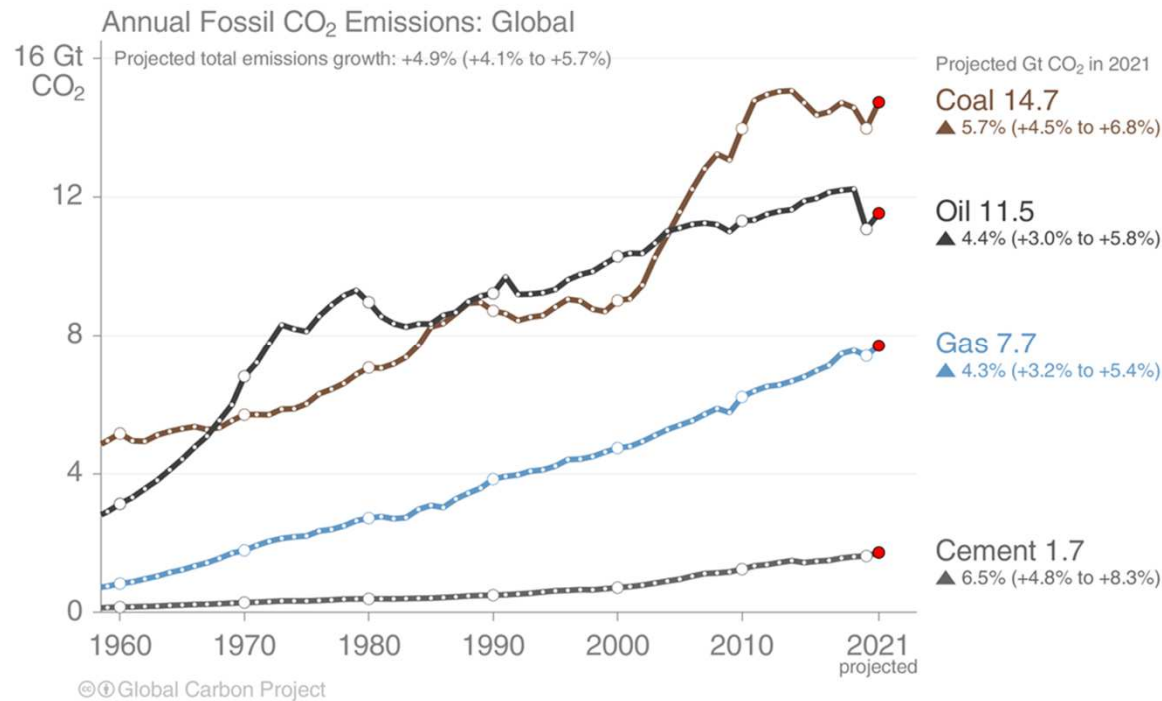
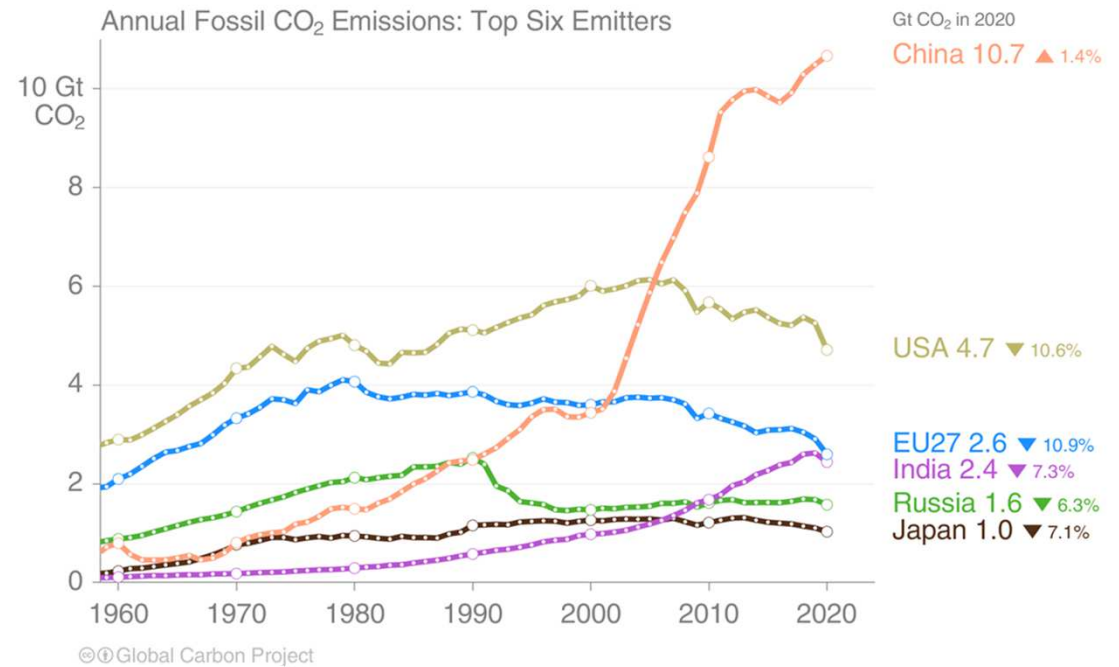
Dal 1750 al 2021: aumento di quasi il 50%



Andamento delle emissioni globali di CO₂ negli ultimi decenni

I principali 6 emettitori nel 2020, responsabili del 66% delle emissioni globali:

- Cina 31%
- USA 14%
- EU27 7%
- India 7%
- Russia 5%
- Giappone 3%



Emissioni globali di CO₂ di origine fossile nel 2020:

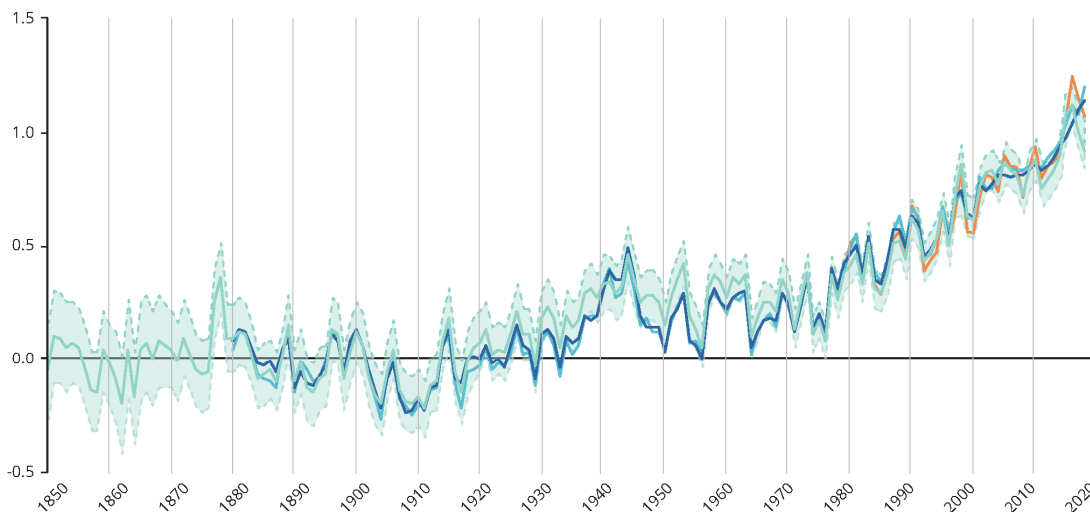
- carbone (40%)
- petrolio (32%)
- gas (21%)
- cemento (5%)
- altro (2%)

CAMBIAMENTI CLIMATICI



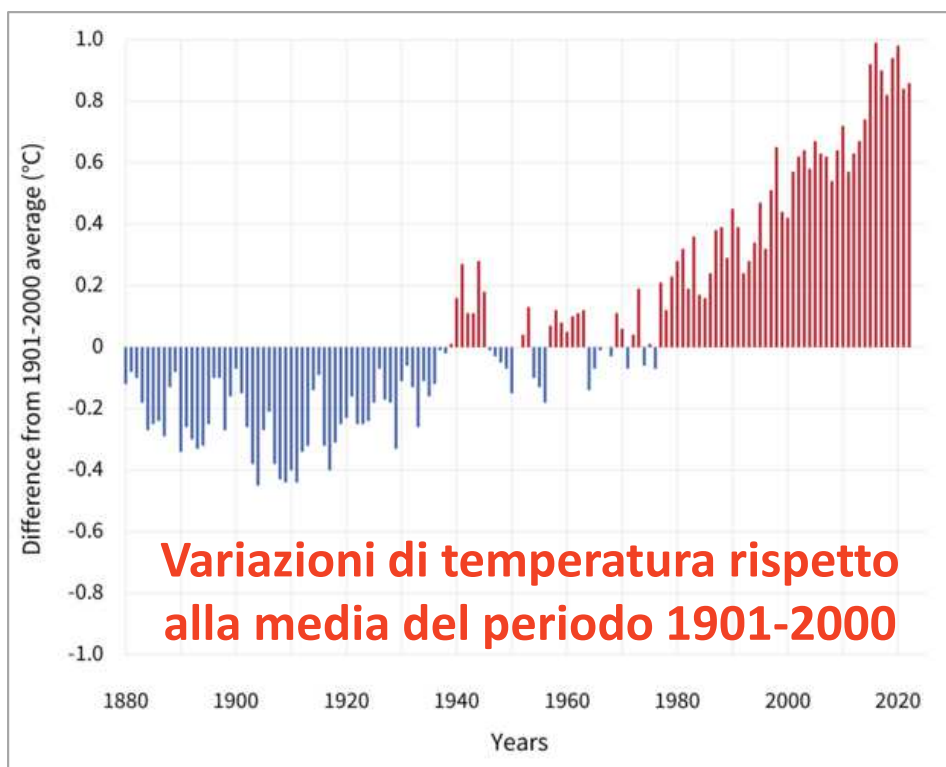
Aumento delle temperature

Annual average °C



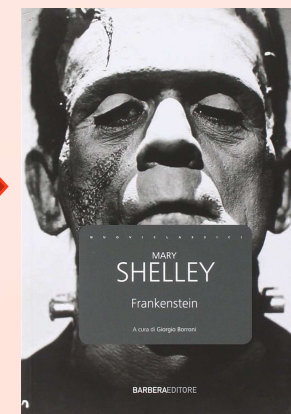
--- HadCRUT4 upper limit — HadCRUT4 average --- HadCRUT4 lower limit — ERA5 — GISTEMP — NOAA Global Temp

Medie annuali della temperatura globale dell'aria ad un'altezza di 2 metri dall'era pre-industriale ad oggi



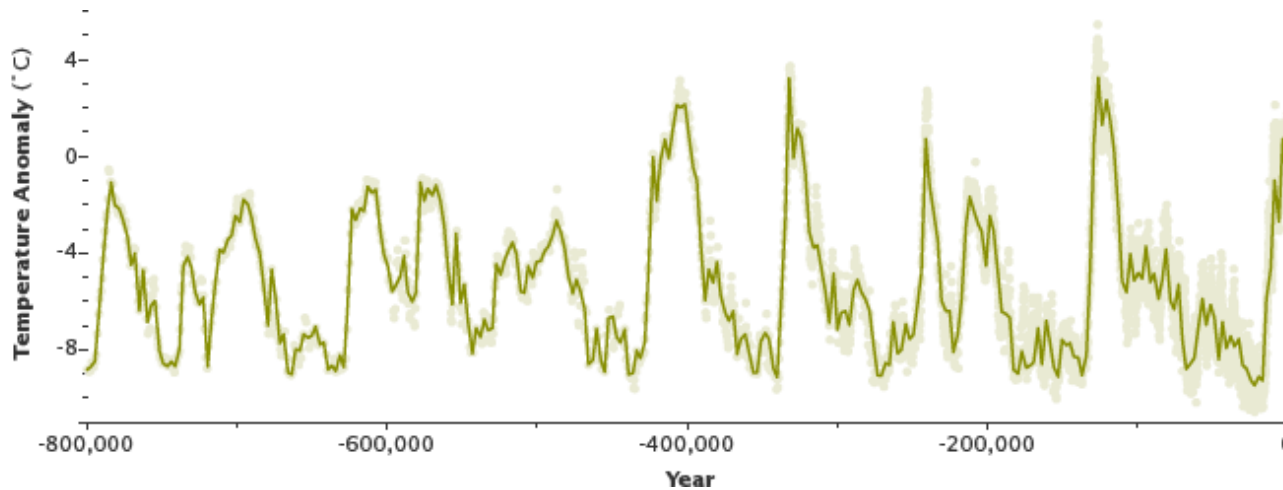
1816: l'anno senza estate e la piccola glaciazione, a causa di una catena di eruzioni vulcaniche (1812, 1814, 1816) che dispersero in atmosfera grandi quantità di polveri

1818



[<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/global-average-near-surface-temperature>]

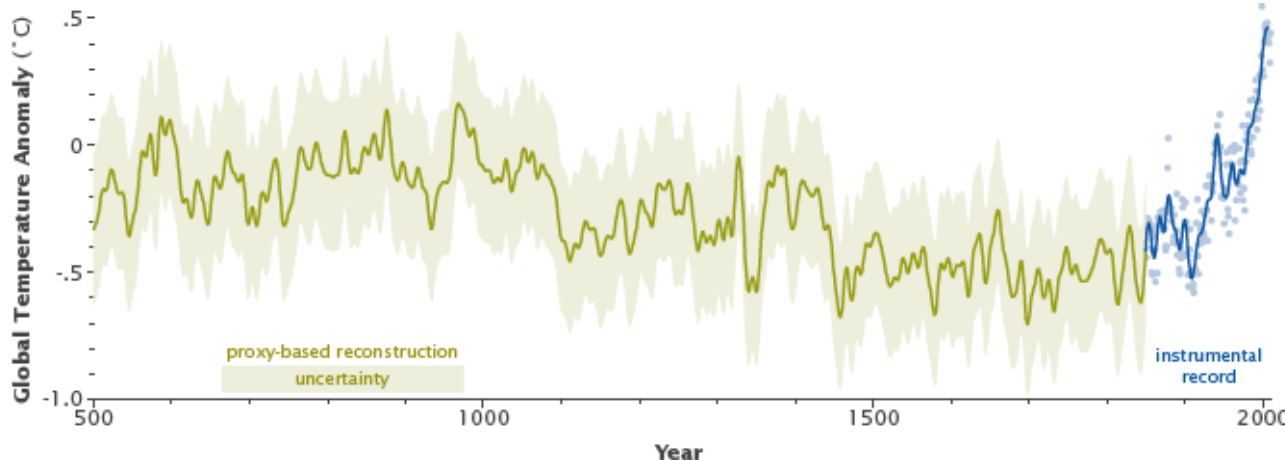
Velocità di aumento delle temperature



Picchi: periodi caldi interglaciali

Valli: periodi freddi glaciali

Quando il riscaldamento globale si è verificato in vari momenti negli ultimi 2 milioni di anni, il pianeta ha impiegato circa 5000 anni per riscaldarsi di 5 °C



- ✓ Solo nell'ultimo secolo, la temperatura è aumentata di 0,7 °C, circa 10 volte più velocemente del tasso medio di riscaldamento dovuto al recupero dall'era glaciale.
- ✓ I modelli prevedono che la Terra si riscalderà di 2-6 °C nel prossimo secolo, con un tasso di riscaldamento previsto di almeno 20 volte più veloce

MAR GLACIALE ARTICO

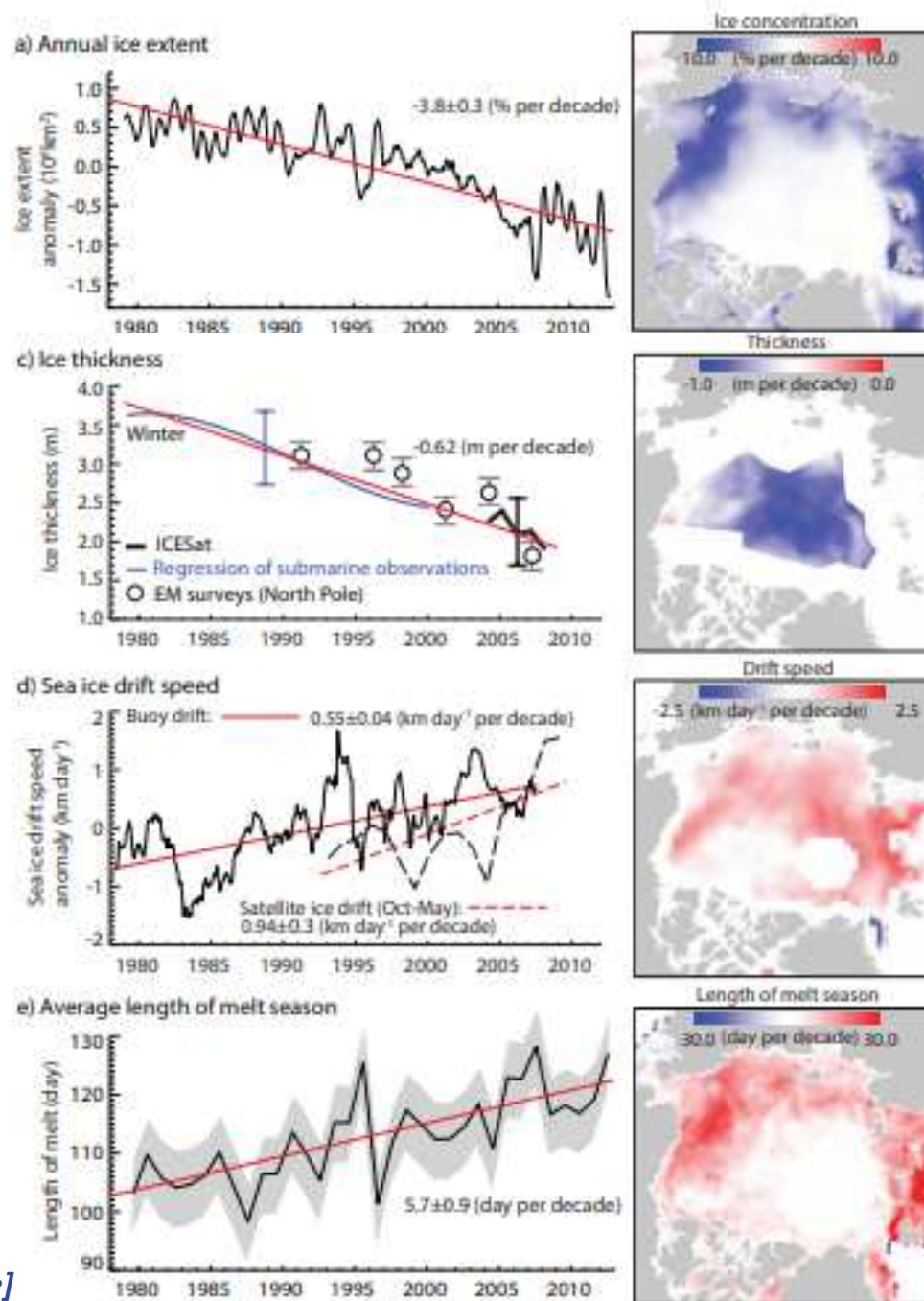


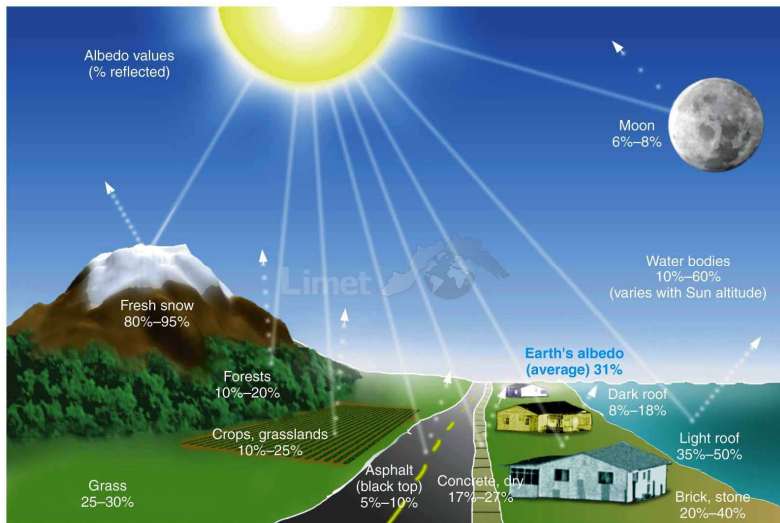
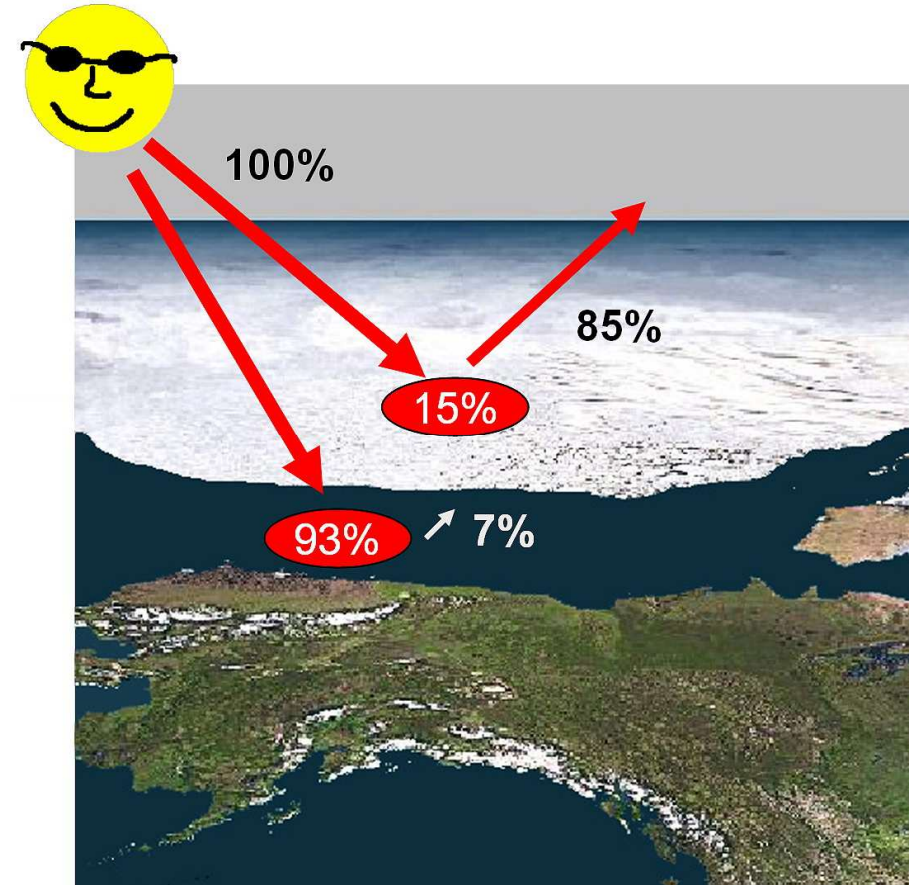
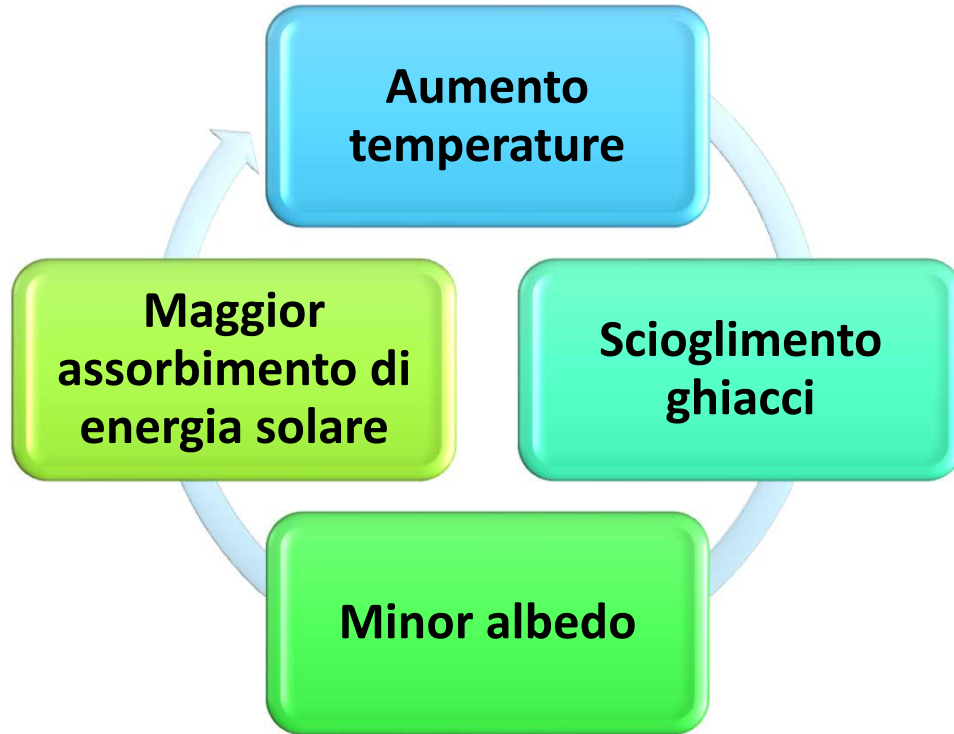
**Diminuzione
dell'estensione del
ghiaccio**

**Diminuzione dello
spessore di ghiaccio**

**Aumento della velocità
di spostamento del
ghiaccio**

**Estensione della
stagione calda**

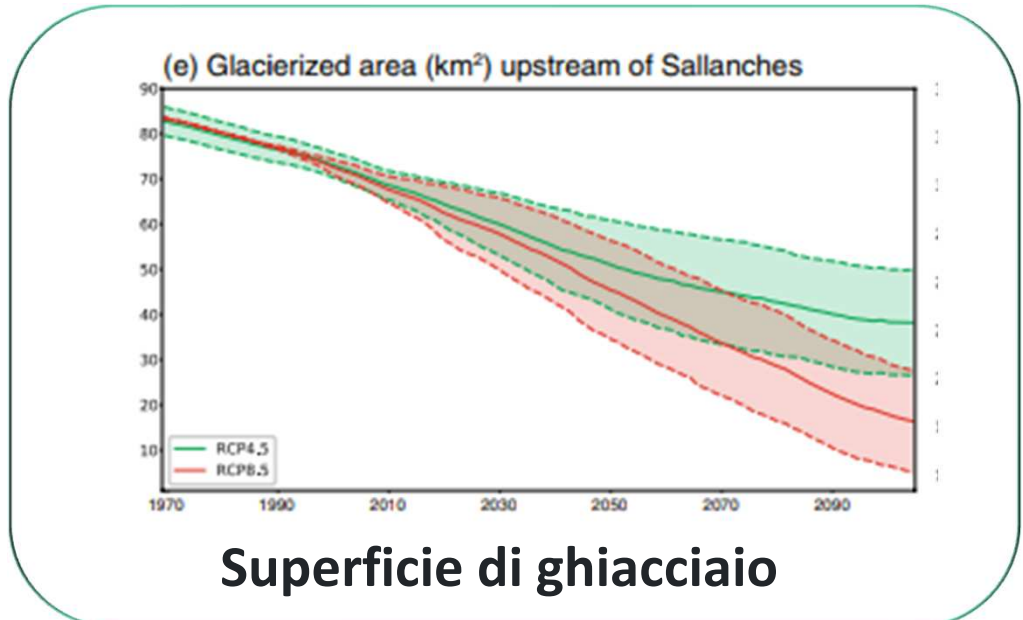
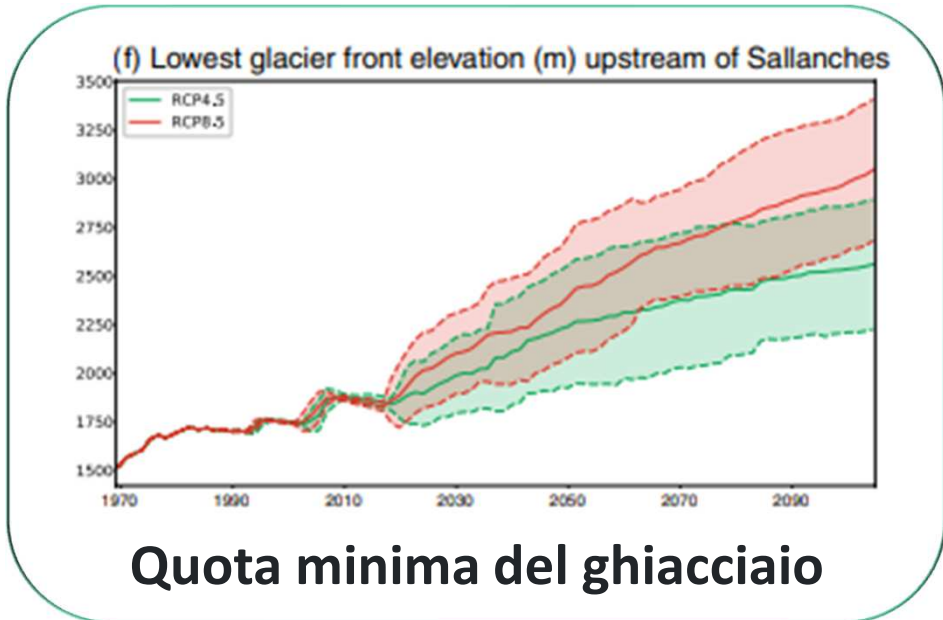
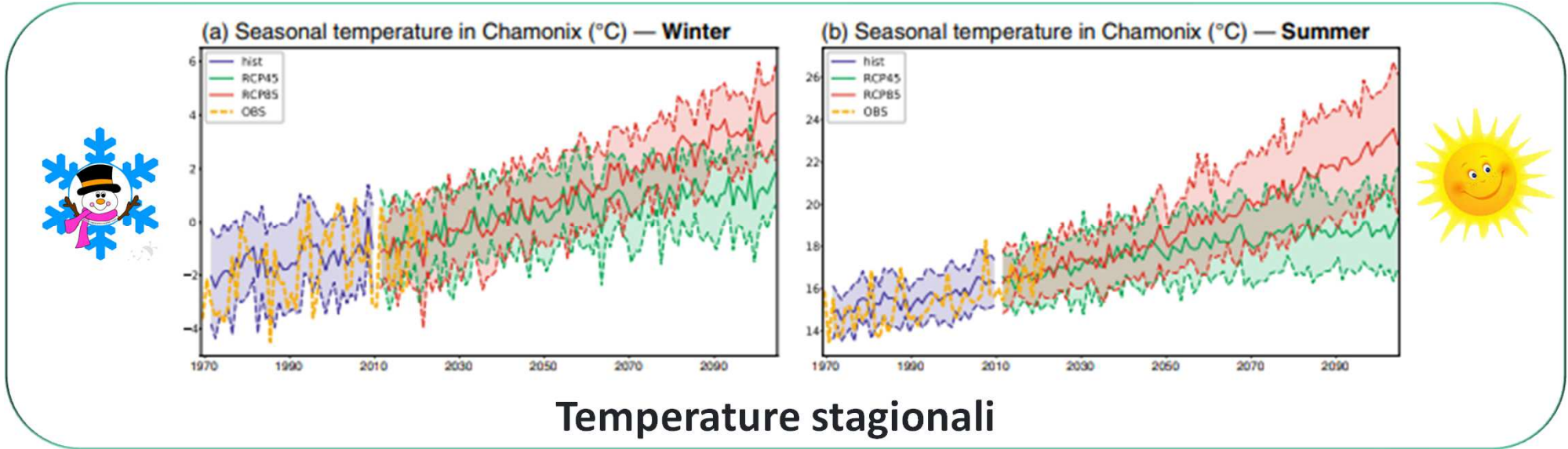




ALBEDO

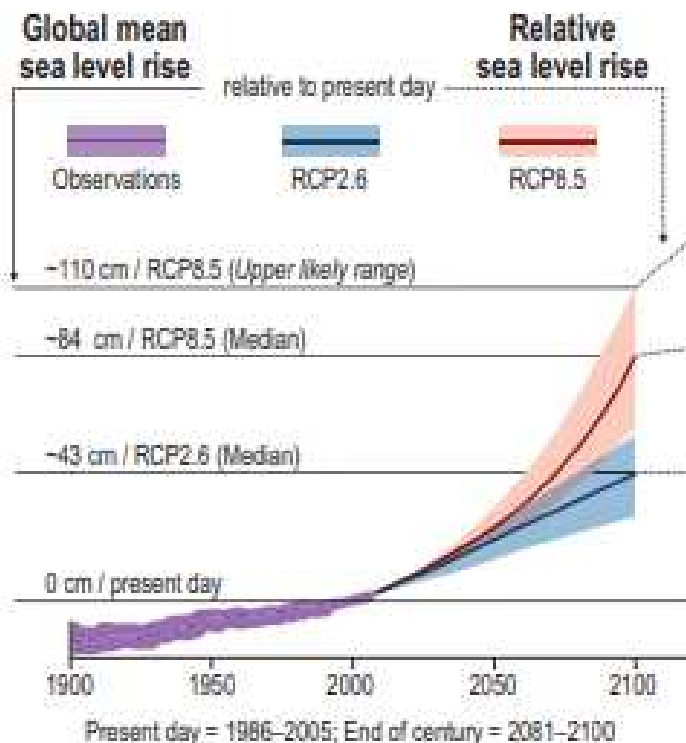
- ✓ E' la frazione della radiazione solare che subisce riflessione dalla superficie terrestre
- ✓ Non è radiazione assorbita perciò non partecipa al riscaldamento della superficie

Monte Bianco (Chamonix, Francia)



[Laurent, L., Buoncristiani, JF., Pohl, B. et al. The impact of climate change and glacier mass loss on the hydrology in the Mont-Blanc massif. *Sci Rep* 10, 10420 (2020).]

Proiezioni del livello dei mari su scala globale



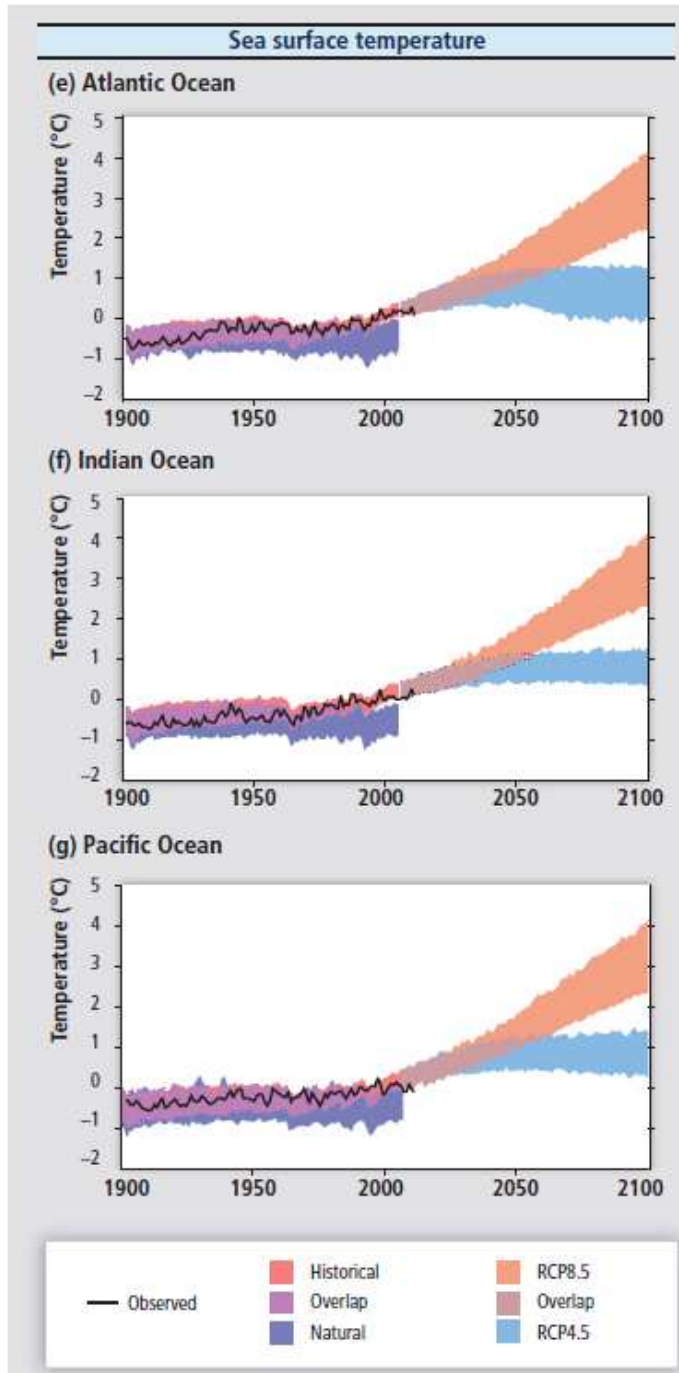
[2019: *Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*]

Nel mondo, 850 milioni di persone vivono entro 100 km dalle coste tropicali:

- Cibo
- Protezione da mareggiate
- Turismo
- Pesca / itticoltura

Rischi legati all'aumento del livello dei mari e a più frequenti episodi di mareggiate

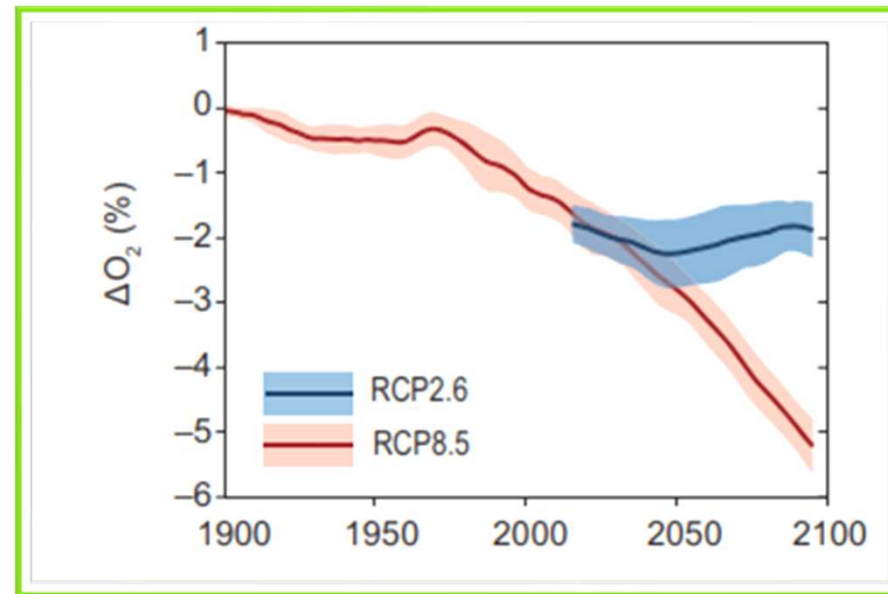
- Sommersione di aree costiere
- Erosione delle coste
- Salinizzazione delle acque di falda
- Perdita di ecosistemi
- Impatto sull'economia



Aumento
temperature
globali

Aumento delle
temperature
degli oceani

Minor
concentrazione
di ossigeno
disciolto

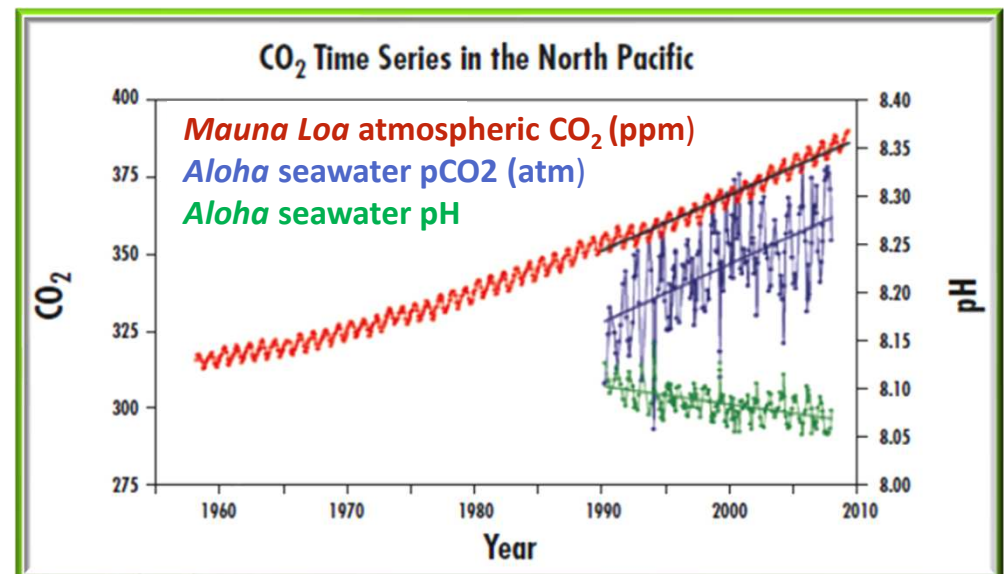
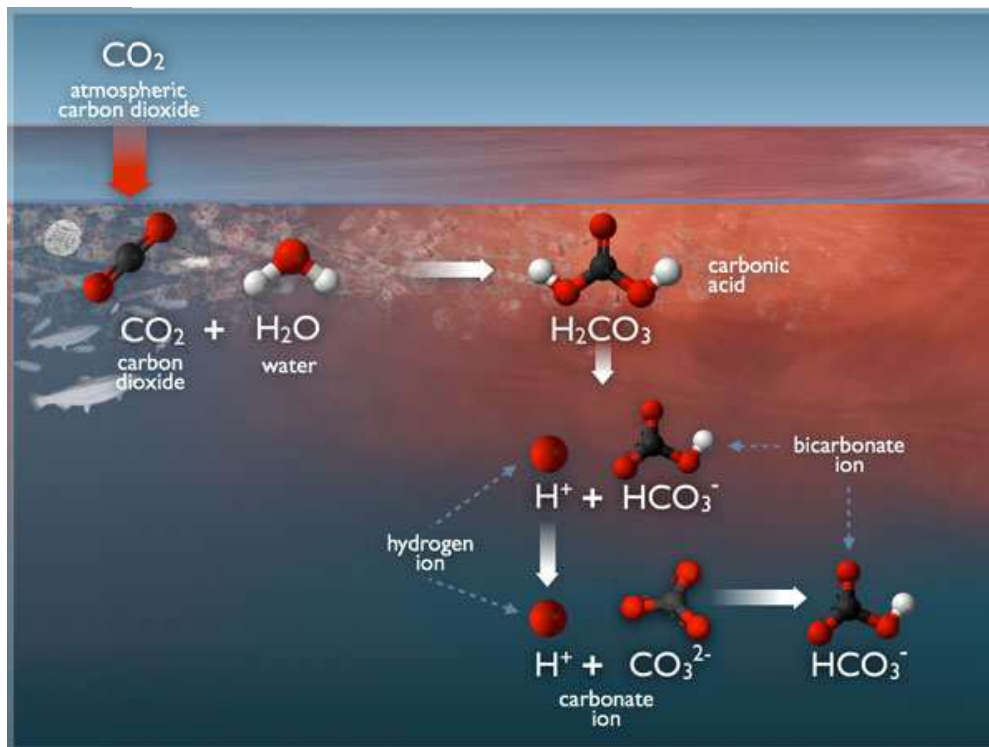


[2019: Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities.
In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate]

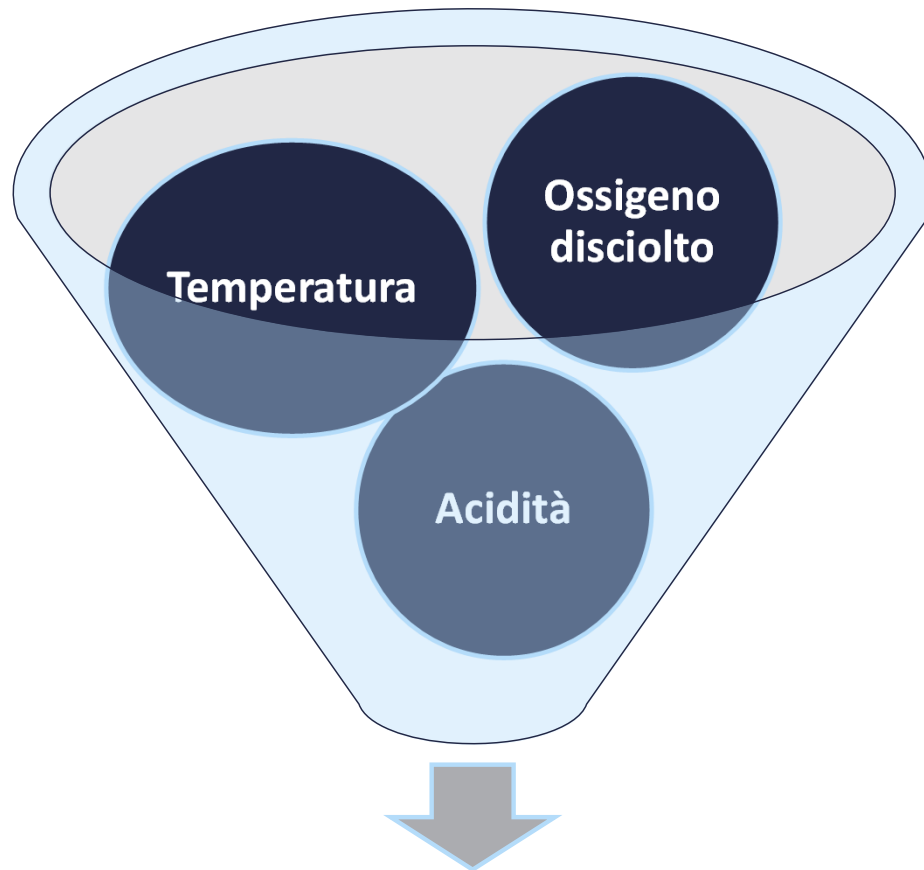
Aumento CO₂
atmosfera

Aumento della CO₂
disciolta negli
oceani

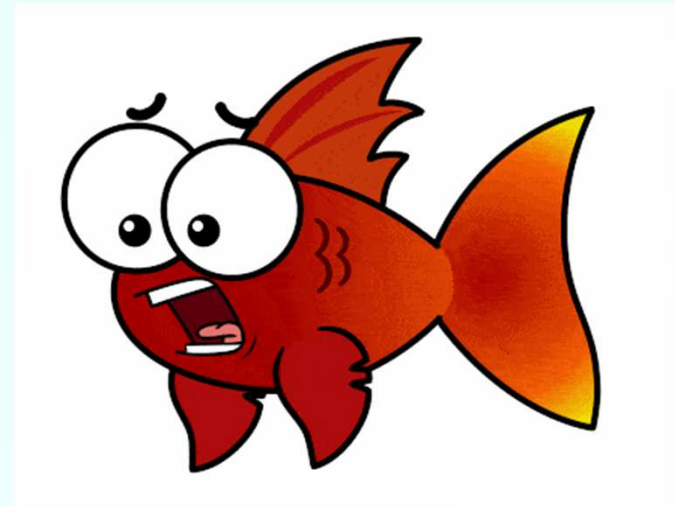
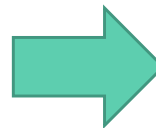
Maggiore acidità
degli oceani



Variazione dei parametri fisici e chimici dei mari dovuti ai cambiamenti climatici

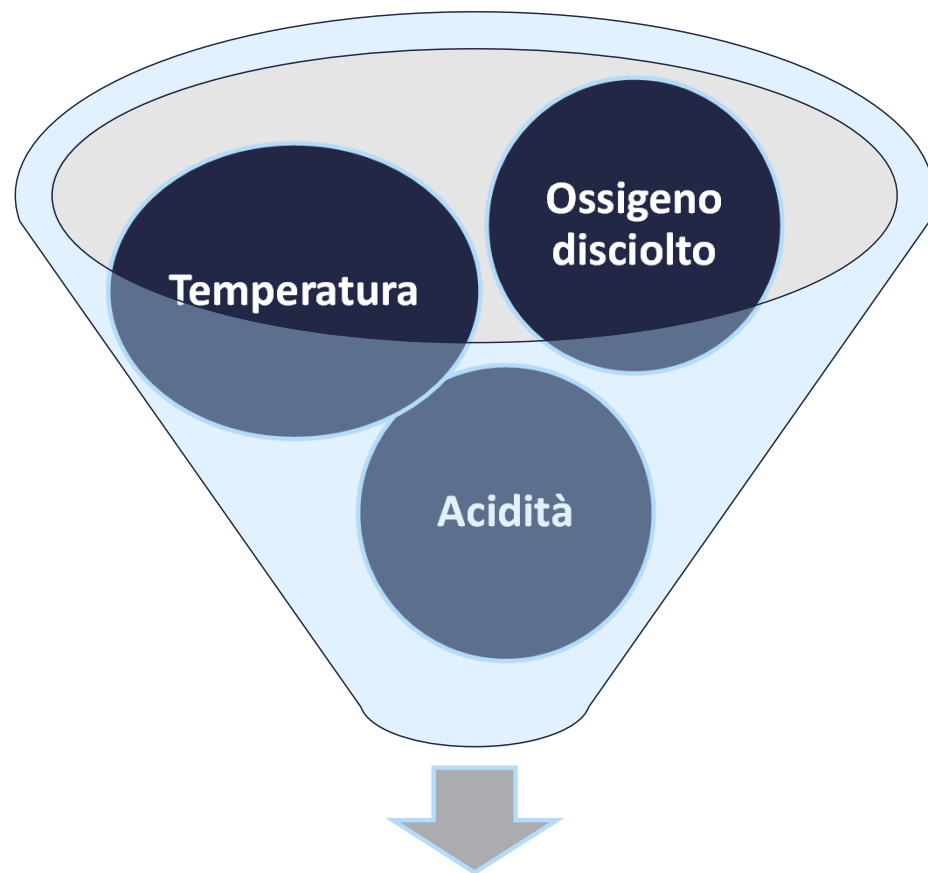


Impatto sugli ecosistemi



- ✓ Migrazione di specie autoctone
- ✓ Invasione di specie "aliene"
- ✓ Diffusione di malattie
- ✓ Distruzione barriere coralline

Variazione dei parametri fisici e chimici dei mari dovuti ai cambiamenti climatici



Impatto sull'acquacoltura

Diminuzione della produzione di specie ittiche, soprattutto quelle più sensibili a queste variazioni (ostriche, vongole, ecc....)

- ✓ **Espansione di aree poco produttive**
- ✓ **Degradazione barriere coralline e popolazione ittica**
- ✓ **Spostamento a grandi latitudini delle aree di cattura → crisi economiche e tensioni politiche**
- ✓ **Aumento livello dei mari e mareggiate**

TROPICALIZZAZIONE DEL MEDITERRANEO ORIENTALE

- cambiamenti nelle popolazioni ittiche
- nuove specie di alghe invasive



In acque Israeliane, solo il 5-12% delle specie native di molluschi è ancora presente

In Liguria, i pescatori hanno segnalato un aumento di catture di barracuda e di cernie, rari fino a due decenni fa ed oggi diventati abbondanti.

SPECIE ITTICHE INVASIVE DISTRUTTIVE

- dal Mar Rosso o dall'Oceano Indiano, attraverso Canale di Suez



Circa 1.000 specie di pesci invasivi sono migrate nel Mediterraneo - una ogni due settimane



I pesci coniglio invasivi in alcune aree hanno causato una riduzione del 40% del numero di specie native



Il 95% delle prede del pesce scorpione è costituito da pesci nativi di importanza economica

ESPLOSIONE DEL NUMERO DI MEDUSE

- alterazione degli ecosistemi regionali
- impatto su pesca e turismo



Nelle acque meridionali, i bloom di meduse avvengono annualmente e durano più a lungo



Nel Golfo di Gabes, in Tunisia, alcuni pescatori stanno catturando più meduse che pesce



La pesca eccessiva ha ridotto i predatori delle meduse e anche molte delle specie che competono con le meduse per il cibo, lo zooplancton

DISTRUZIONE PRATERIE DI POSIDONIA

- sequestro di CO₂
- protezione di fondali e coste
- Riserve di biodiversità e *aree nursery* per specie ittiche



La Posidonia costituisce l'habitat per il 20% delle specie marine³ del Mediterraneo



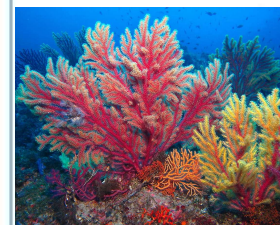
Le praterie di Posidonia immagazzinano l'11-24% delle emissioni di CO₂ dei Paesi mediterranei



L'ancoraggio distrugge le foglie di Posidonia e sradica intere piante

MORTE DELLE GORGONIE (CORALLI MORBIDI)

- Morte delle gorgonie → riduzione della biodiversità marina → spazio per specie invasive



Prolungati periodi di acque calde causano la mortalità di massa delle comunità di gorgonia



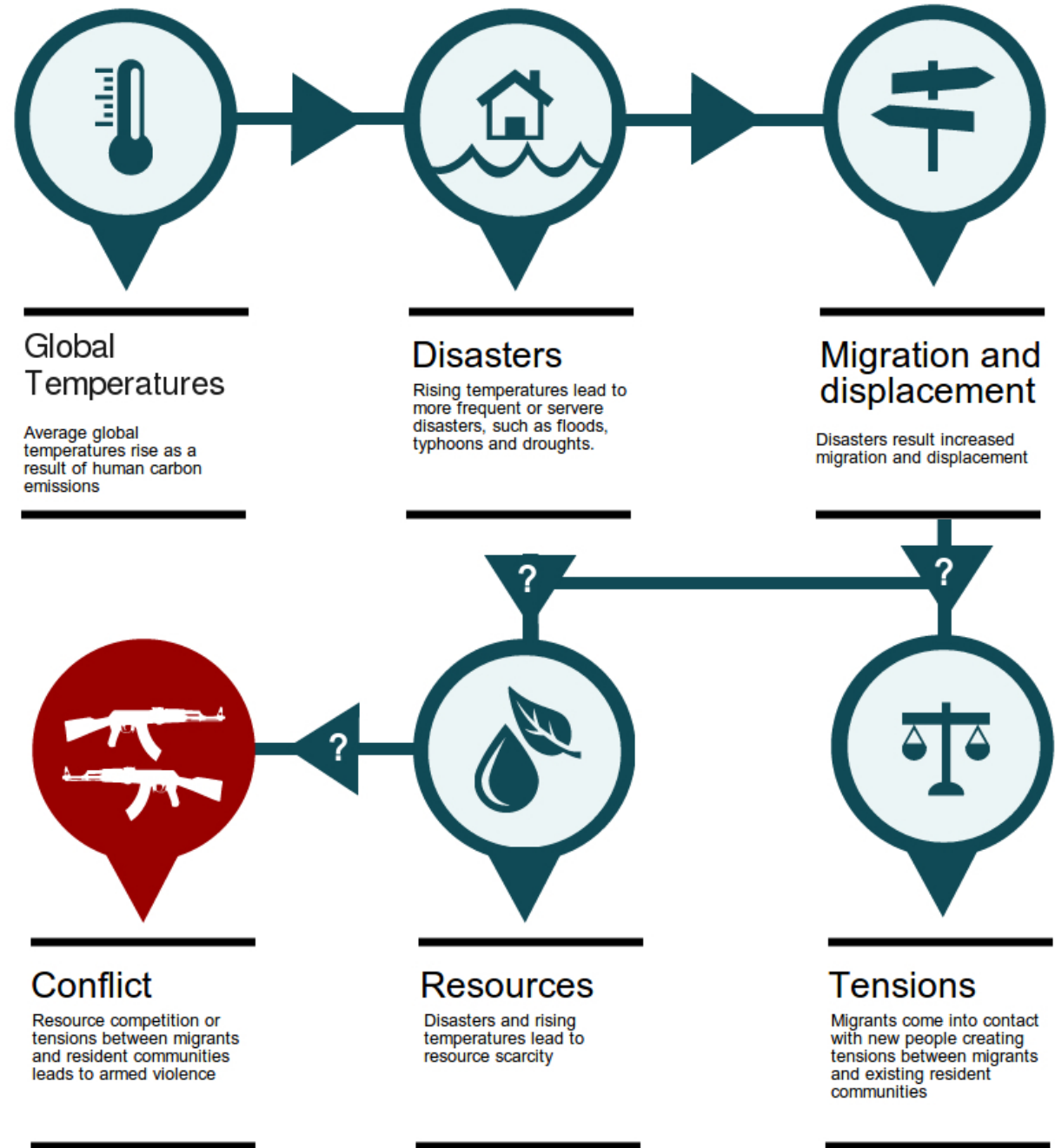
In Liguria, il 30% di tutte le gorgonie è stato distrutto da una singola mareggiata

ASPETTI SOCIALI, ECONOMICI, POLITICI

- Stati insulari e comunità costiere minacciate da innalzamento mari
- produzione alimentare a rischio a causa di eventi meteorologici estremi (siccità/alluvioni), soprattutto nei paesi in via di sviluppo
- Diffusione di vettori di malattie (insetti), nuove o già debellate in passato

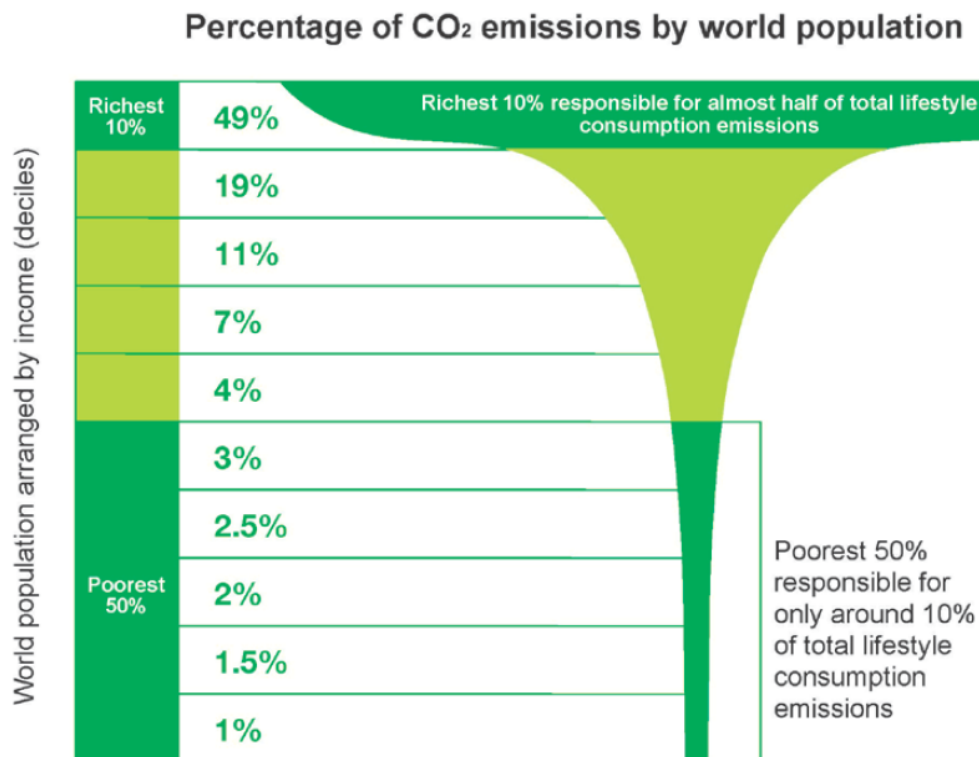
✓ Conflitti

✓ Migrazioni di massa



La legge di Murphy del climate change. Pagano i più poveri

Chi è meno responsabile del riscaldamento globale ne paga il prezzo più alto.



[OXFAM MEDIA BRIEFING, EXTREME CARBON INEQUALITY]

- ✓ I paesi più poveri subiscono dal climate change eventi metereologici estremi come siccità (Siria), inondazioni (Asia meridionale) e cicloni (Africa del sud)....
- ✓ Il divario nel PIL pro capite tra paesi più ricchi e paesi più poveri è superiore del 25% rispetto a quello che avremmo in un mondo stabile dal punto di vista climatico.
- ✓ Dei 36 paesi con valori più bassi di emissioni di carbonio, 34 hanno accusato uno svantaggio economico, perdendo in media il 24% del PIL pro capite.
- ✓ Il 40% dei Paesi più poveri (Africa sub-sahariana, Asia, America centrale e meridionale), ha perso tra il 17 e il 31% del PIL nell'ultimo mezzo secolo.

Leonardo Di Caprio, ambasciatore di buona volontà delle Nazioni Unite, parla al Palazzo di Vetro delle Nazioni Unite in occasione della firma dell'accordo sul clima raggiunto alla Cop21 di Parigi: <https://www.youtube.com/watch?v=hTbXQWs-VTs>

**Come sarà
il clima in
Italia?**



Temperatura in aumento

Aumento della temperatura fino a 2°C nel periodo 2021-2050 (rispetto a 1981-2010).

Variazioni maggiori nella zona alpina e nella stagione estiva



Meno piogge ma più intense

Diminuzione delle precipitazioni nel periodo estivo per Sud e Centro Italia

Aumento delle precipitazioni nel periodo invernale nel Nord Italia

Aumento della massima precipitazione giornaliera per la stagione estiva ed autunnale



Più giorni caldi e secchi

In estate, aumento di giorni con temperatura minima superiore a 20°C

Sempre in estate, aumento della durata dei periodi senza pioggia



Ambiente urbano

- incrementi di mortalità causata da stress termico (es. cardiopatie, ictus, ecc...)
- incremento delle malattie respiratorie dovuto a innalzamento delle temperature (città isole di calore) e concentrazioni di ozono e polveri sottili.



Rischio geo-idrologico

- aumento di frequenza e intensità di eventi atmosferici (anche estremi) che inducono i fenomeni di dissesto
- Le aree più interessate sono le zone alpine e appenniniche (scioglimento di neve e ghiaccio)
- precipitazioni intense contribuiscono all'aumento del rischio idraulico per piccoli bacini e associato a frane nelle aree con suoli più permeabili



Risorse idriche

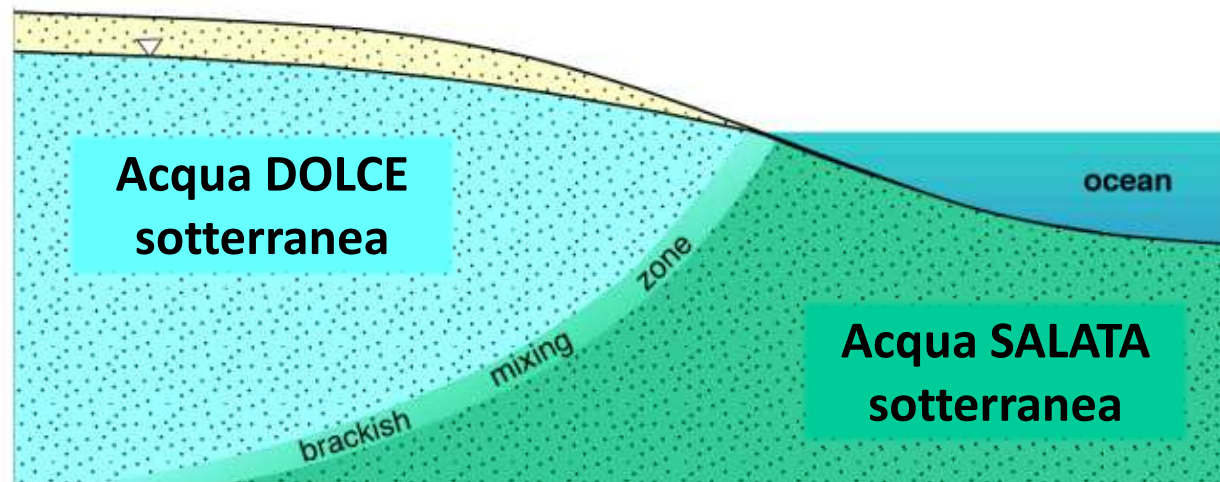
- riduzione della quantità della risorsa idrica rinnovabile, sia superficiale che sotterranea
- rischi per la qualità dell'acqua e per la sua disponibilità
- l'inadeguatezza dell'infrastruttura (perdite di acqua fino al 50%) rappresenta una vulnerabilità

BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME PO:

- ✓ anticipo del picco di portata primaverile da maggio ad aprile, a causa dell'accelerato scioglimento della neve
- ✓ diminuzione del deflusso per l'intero anno ad eccezione del periodo invernale (-20% primavera, -20% estate)

L'intrusione salina è un fenomeno naturale di penetrazione delle acque salate dal mare verso un acquifero costiero → progressiva salinizzazione della risorsa sotterranea.

- L'acqua salata è più densa (più pesante) quindi fluisce al di sotto di quella dolce, formando una separazione tra i due liquidi detta **cuneo salino**.
- L'acqua dolce si muove verso il mare scorrendo sopra l'acqua salata



Diminuzione delle
portate sorgive
Pesante captazione
di acqua dolce
sotterranea

Diminuzione del
livello della falda

Richiamo in falda di
acqua salata marina
(cuneo salino)



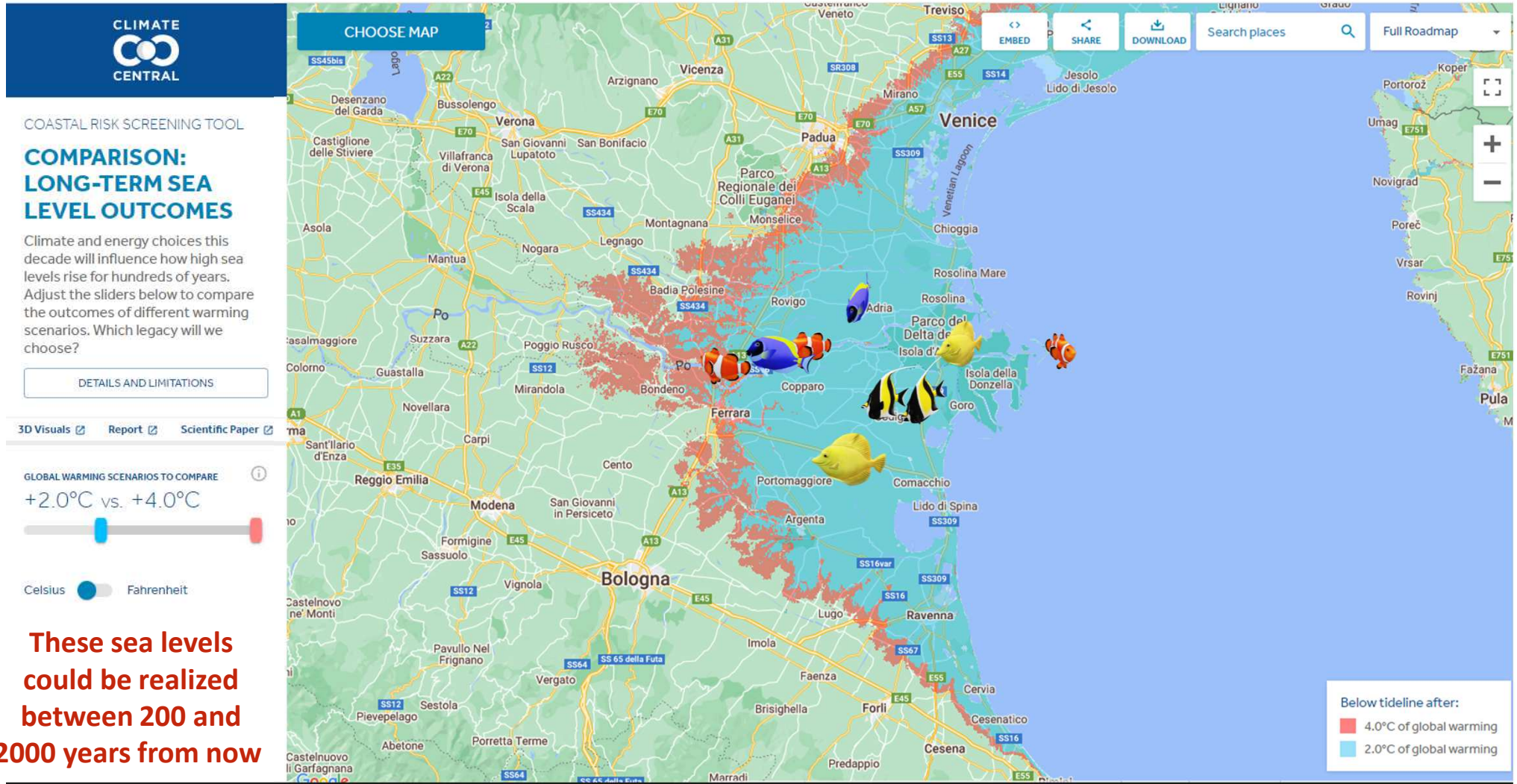
Agricoltura e allevamento

- tendenza alla riduzione delle rese agricole
- rischio più elevato per le aree del Sud Italia
- maggiori costi di produzione per le produzioni irrigue a causa della minore disponibilità idrica
- impatti diretti e indiretti sugli animali allevati e conseguenti ripercussioni su qualità e quantità delle produzioni



Incendi

- incrementi della pericolosità di incendio
- spostamento altitudinale delle zone vulnerabili
- allungamento della stagione degli incendi
- aumento delle giornate con pericolosità estrema



https://coastal.climatecentral.org/map/9/12.1269/44.8669/?theme=warming&map_type=multicentury_slr_comparison&basemap=roadmap&elevation_model=best_available&lockin_model=levermann_2013&refresh=true&temperature_unit=C&warming_comparison=%5B%222.0%22%2C%224.0%22%5D

Possibili soluzioni



- Aumentare produzione agricola (es. piante più resistenti)
- Infrastrutture (es. contro inondazioni)

Adattamento

Ridurre al massimo gli impatti del cambiamento climatico sul benessere dei cittadini, l'approvvigionamento delle risorse e la stabilità degli ecosistemi.

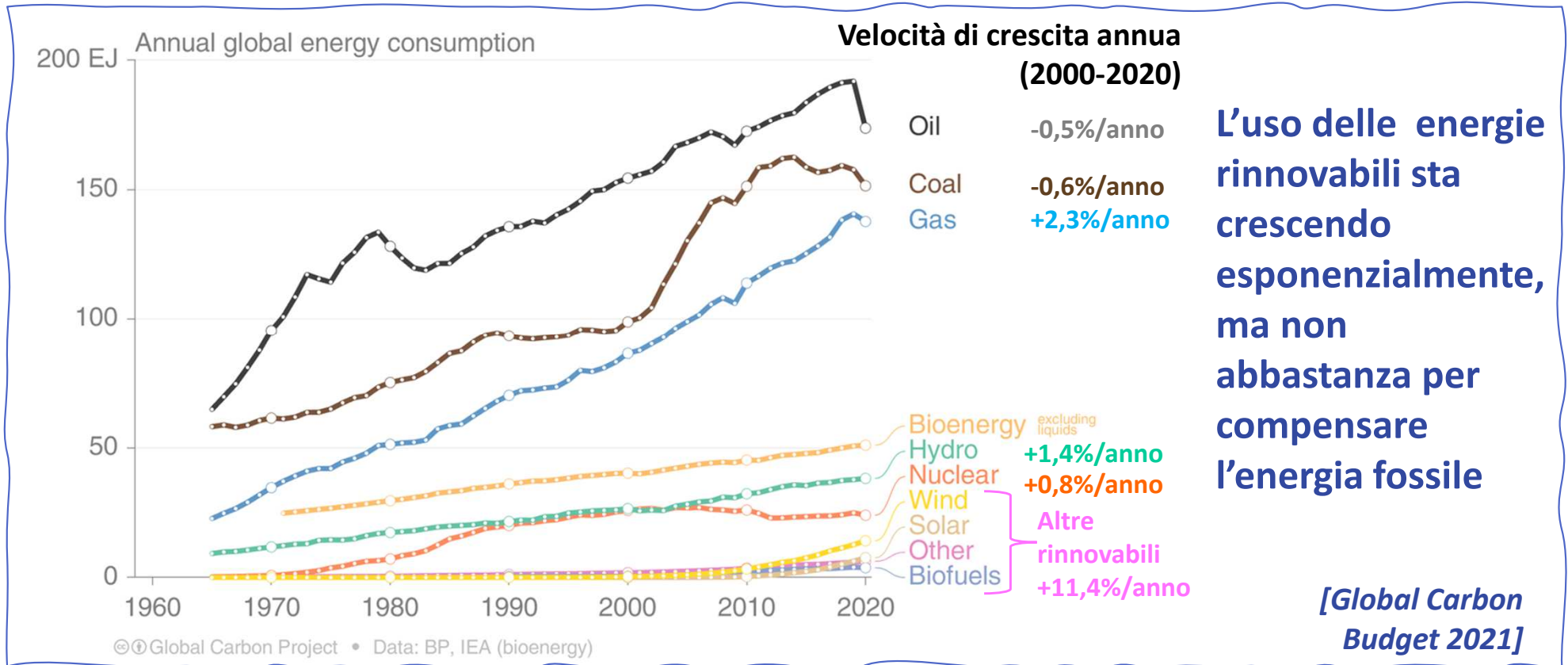
Mitigazione

- Riforestazione
- Stoccaggio di CO₂
- Biocarburanti
- Maggiore efficienza fertilizzanti
- Gestione CH₄ allevamenti

Intervenire sulle cause del cambiamento climatico:

- diminuzione delle emissioni di gas serra
- potenziamento delle fonti di assorbimento

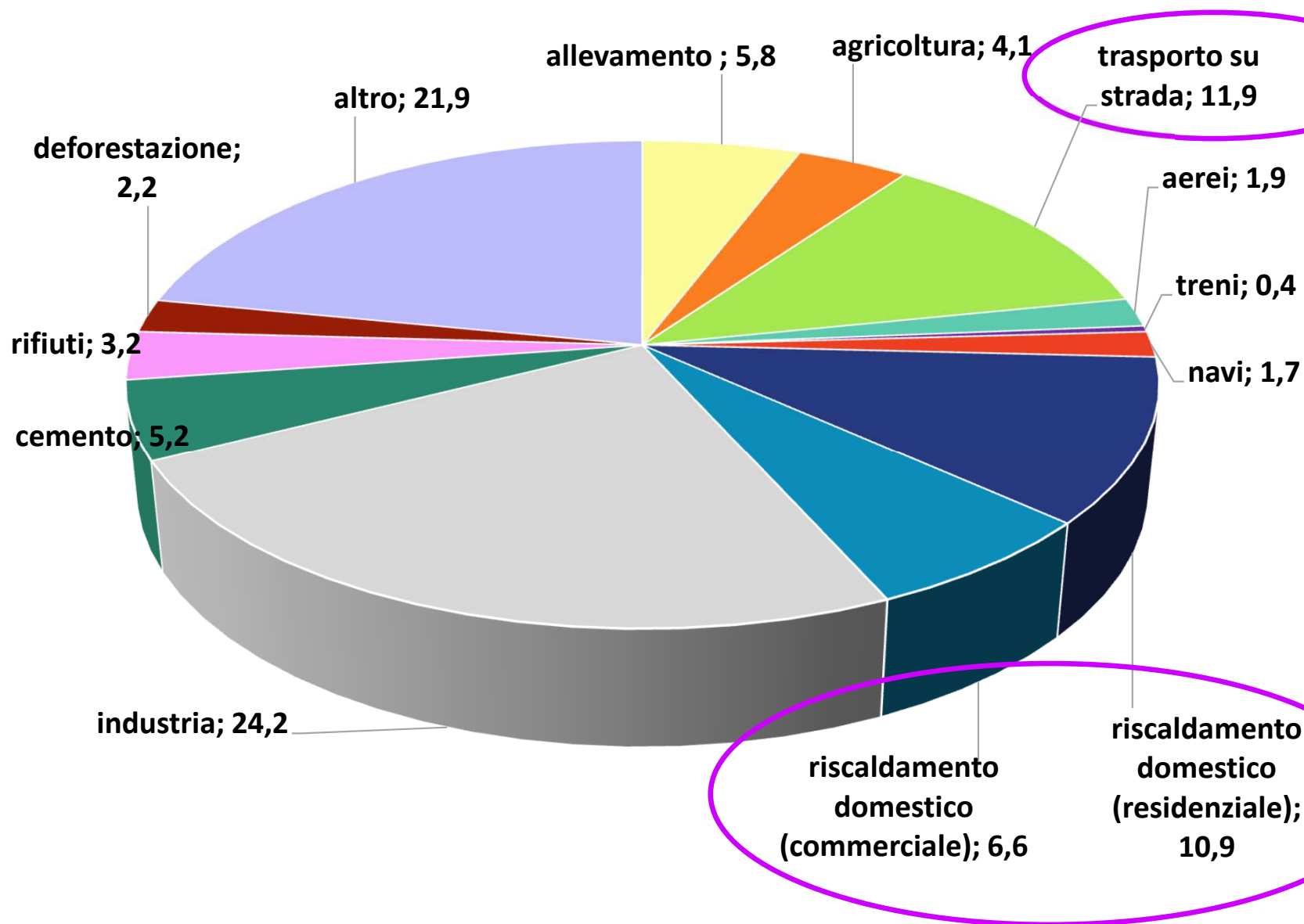
➤ Sostituire i combustibili fossili con fonti rinnovabili e più pulite



- Carbon tax per tassare e quindi disincentivare l'uso dei combustibili più inquinanti (carbone > petrolio > gas naturale)
- Abbattere le emissioni tramite innovazioni tecnologiche
- Massimizzare le rese energetiche a parità di combustibile consumato
- Riforestazione

["https://en-roads.climateinteractive.org/scenario.html?v=23.8.0&lang=it"](https://en-roads.climateinteractive.org/scenario.html?v=23.8.0&lang=it)

Emissioni di gas serra per settori



Cosa possiamo fare noi nel nostro piccolo???

TOT 29,4%

11,9%



TRASPORTI SU STRADA

- meno auto
- più bici
- più mezzi pubblici
- car pooling
- Contenere i consumi → meno trasporti di merce
- consumo prodotti locali

10,9%



ABITAZIONI

- infissi, isolamento termico
- elettrodomestici classe AAA
- ottimizzare utilizzo elettrodomestici (es. lavatrici/lavastoviglie a pieno carico, non aprire forno, non tenere aperto il frigo, ..)
- lampadine LED
- no finestre aperte con condizionatore acceso
- spegnere spie

United Nation Climate Change Conference



Cop26, un dinosauro all'Onu per sensibilizzare sui rischi concreti dei cambiamenti climatici

<https://m.youtube.com/watch?v=E-5BxGr2ofU#menu>



The End



Grazie per la vostra
attenzione!!!! 🥰