

Cambiamenti climatici ed emissioni di gas effetto serra

Carla Sciarra
23 Novembre 2023



**Politecnico
di Torino**

Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Infrastrutture

**DISTRETTI
DEL
CIBO**

PINEROLESE
E
CANAVESE



Con il contributo di
Fondazione
Compagnia
di San Paolo



Carla Sciarra

Ricercatrice e docente presso il Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente, il Territorio e le Infrastrutture (DIATI)



- **Ricercatrice e consulente in:** transizione energetica, sviluppo sostenibile e complessità economica
- **Docente in:** cambiamenti climatici e socio-economici; statistica applicata
- **Contatti:**
carla.sciarra@polito.it
011 090 5630

Perché

CAUSA: Il cambiamento climatico è causato dalle emissioni di gas derivanti da attività antropiche, non di meno le attività del settore agricolo.

EFFETTI: Eventi eccezionali come temperature estreme, alluvioni e siccità, già riconducibili al cambiamento climatico, hanno un impatto sulle attività del settore agricolo.

IMPATTO SOCIO-ECONOMICO e AMBIENTALE



Agenda

Definizioni

Fisica e dinamica dei gas clima-alteranti (CO_2 , CH_4 , N_2O)

Azioni per il cambiamento climatico

Impronta di carbonio

Impatti

(Scenari futuri)

Clima vs Tempo atmosferico

- Il **tempo atmosferico** è il complesso delle condizioni dell'atmosfera terrestre, definita da variabili come temperatura, pressione, precipitazioni, vento, nuvolosità, tra le altre, in **un determinato istante e spazio**.
- Con **clima** si intende l'andamento **medio** del tempo atmosferico in uno spazio definito, per cui si considerano i valori medi delle variabili climatiche di cui sopra.
- L'Organizzazione Mondiale della Meteorologia indica per la identificazione delle medie climatico un periodo pari ad **almeno 30 anni**.



Cambiamento climatico

Il cambiamento climatico è un qualsiasi **cambiamento sistematico nelle statistiche a lungo termine delle variabili climatiche** come la temperatura, le precipitazioni, la pressione o il vento, che si protrae per diversi decenni o più.

Il cambiamento climatico può essere dovuto a **forzanti naturali** (cambiamenti nell'emissione solare o nell'orbita terrestre, processi interni naturali del sistema climatico) o **può essere indotto dall'uomo**.



Clima e Temperatura

Il clima è regolato dalla presenza di gas nell'atmosfera terrestre.

1. L'impatto più diretto dei gas serra è sulla temperatura. Le variazioni di altre variabili (livello del mare, precipitazioni...) nascono come risposta alle variazioni di temperatura.
 2. Abbiamo i dati migliori per la temperatura.
- La statistica di cui si parla più spesso è la temperatura media, ma anche le temperature estreme sono importanti.



A T M O S F E R A

G A S S E R R A

T E R R A

Sole

1 I raggi solari passano attraverso l'atmosfera.

Radiazione solare in arrivo:
 $343 \text{ watt per } m^2$

3 Alcune radiazioni solari sono riflesse dall'atmosfera e dalla superficie terrestre

Radiazione solare in uscita:
 $103 \text{ watt per } m^2$

6 Una parte dei raggi infrarossi passa attraverso l'atmosfera e si perde nello spazio.

2 Radiazione solare in arrivo:
 $240 \text{ watt per } m^2$

5 Una parte dei raggi infrarossi è assorbita e riemessa dalle molecole del gas serra. L'effetto diretto è il riscaldamento della superficie terrestre e della troposfera. La superficie si riscalda ed emette di nuovo raggi infrarossi.

**Radiazione netta
assorbita:
 $0.9 \text{ W}/m^2$**

4 L'energia solare è assorbita dalla superficie della Terra e la riscalda...

$168 \text{ watt per } m^2$

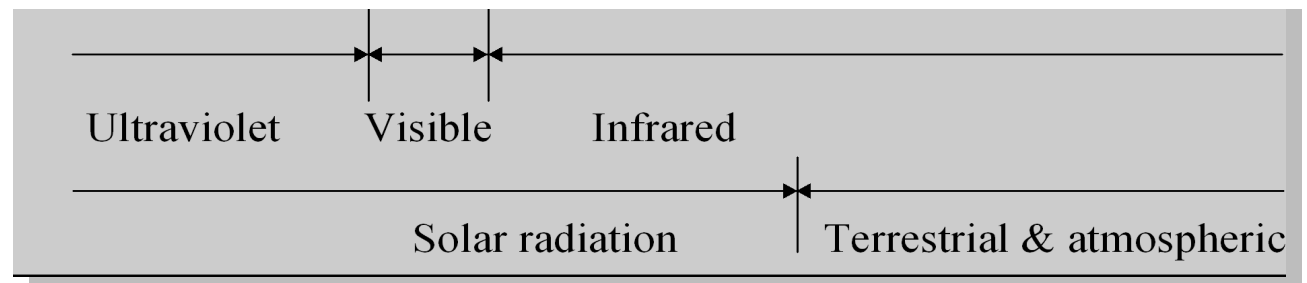
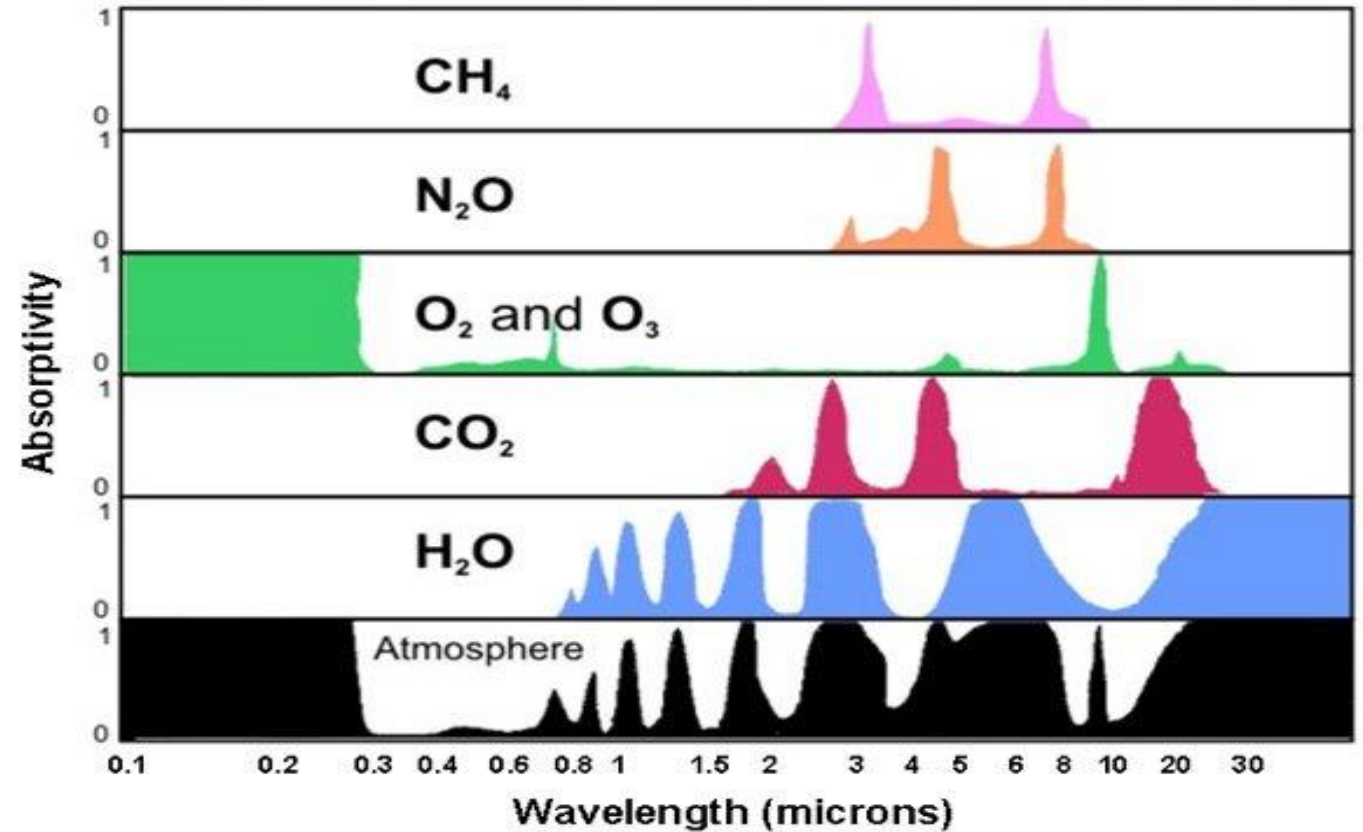
... ed è convertita in calore, provocando l'emissione di raggi infrarossi verso l'atmosfera

Fisica dell'effetto serra

Spettro di assorbimento dei principali gas effetto serra, cioè responsabili per la radiazione "di ritorno":

l'assorbimento è maggiore in corrispondenza delle lunghezze d'onda emesse dalla terra (>IR).

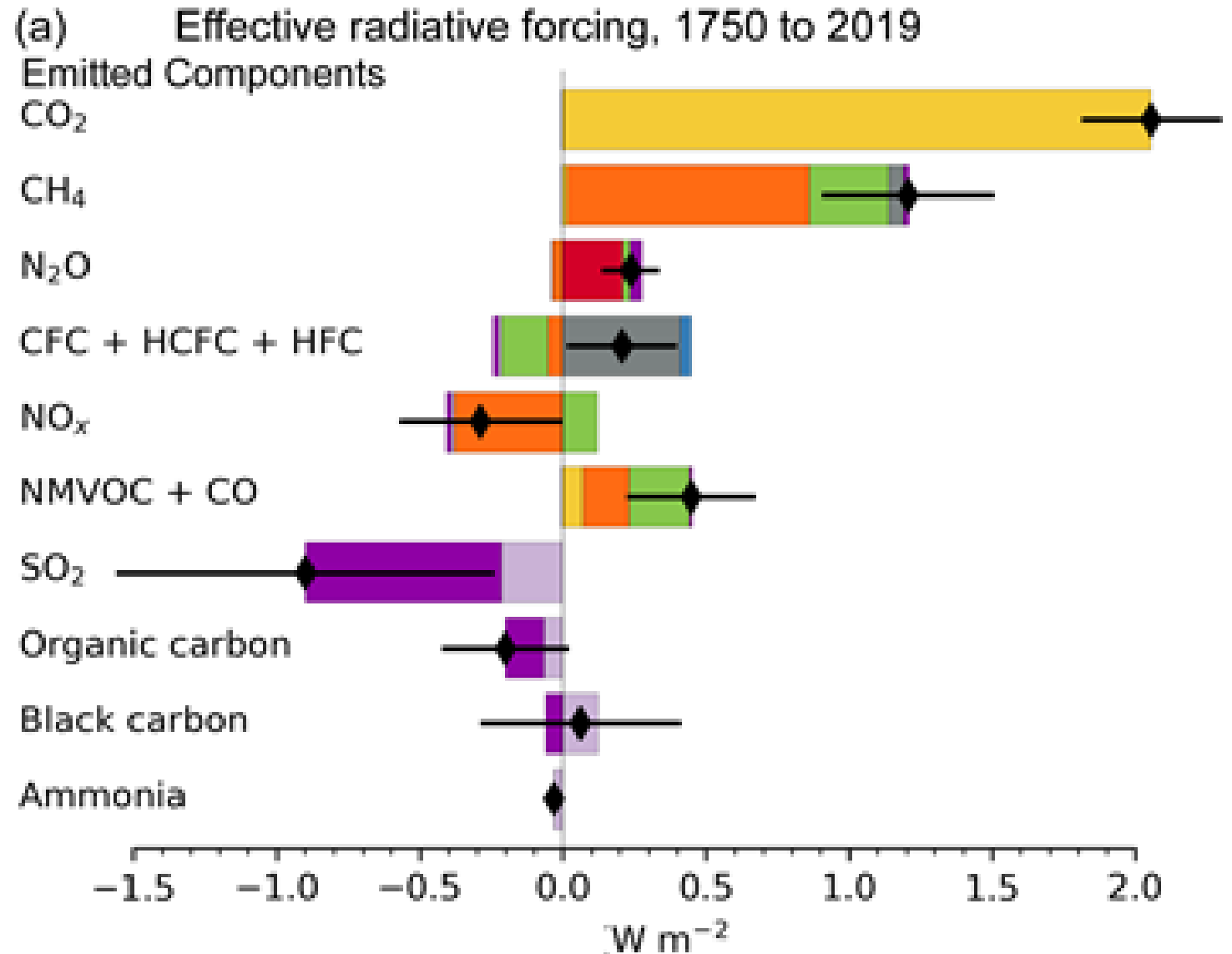
La variazione di radiazione netta assorbita provocata dai gas è definita **forzante radiativo**.



Effetto dei gas serra sul forzante radiativo

Il maggiore effetto **in incremento** è generato dalla anidride carbonica.

Gli aerosol (particelle solide o liquide sospese in atmosfera derivanti processi naturali o antropica) sono in grado di ridurre il forzante radiativo.



Potenziale di riscaldamento globale

E' utilizzato per definire, ad uno specifico orizzonte temporale, l'effetto di riscaldamento rispetto a quelli dell'anidride carbonica.

Si può quindi parlare di **CO₂ equivalente** utilizzando il potenziale di riscaldamento (GWP).

Common name (chemical formula)	Lifetime (years)	GWP			GTP		
		20-year	100-year	500-year	20-year	100-year	500-year
Carbon dioxide (CO ₂)	150 [†]	1	1	1	1	1	1
Methane (CH ₄)	12	72	25	7.6	57	12	4
Nitrous oxide (N ₂ O)	114	289	298	153	303	322	265
Sulphur hexafluoride (SF ₆)	3200	16,300	22,800	32,600	17,500	23,400	28,000
Black carbon	0.020	1600	460	140	470	77	64

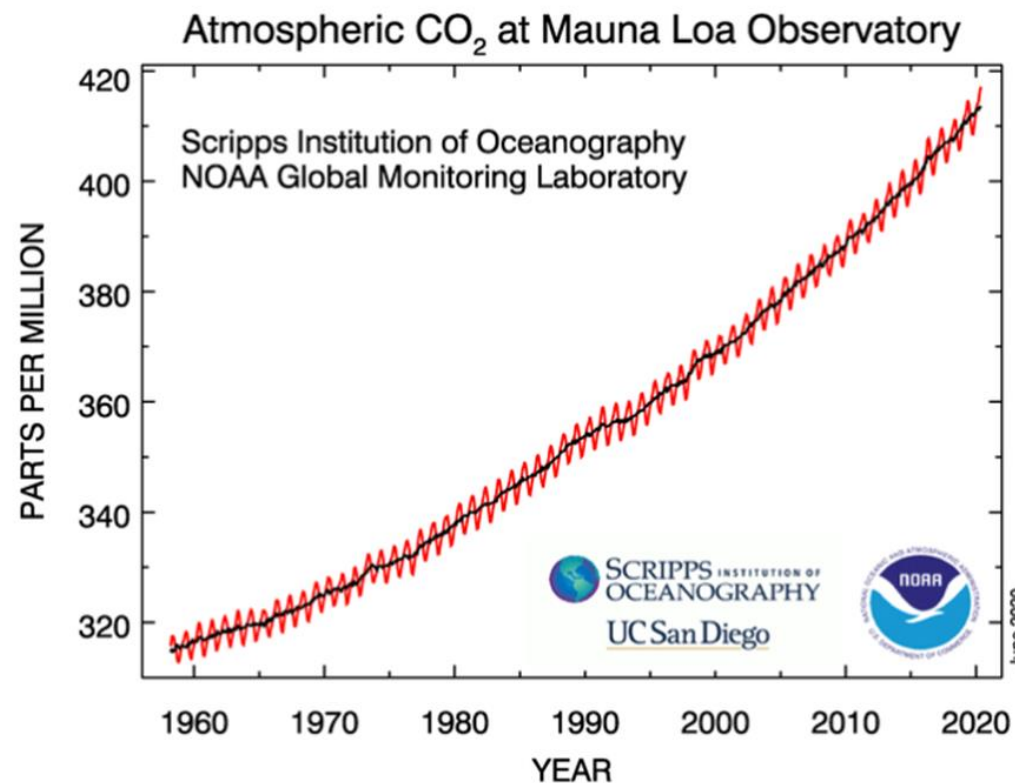
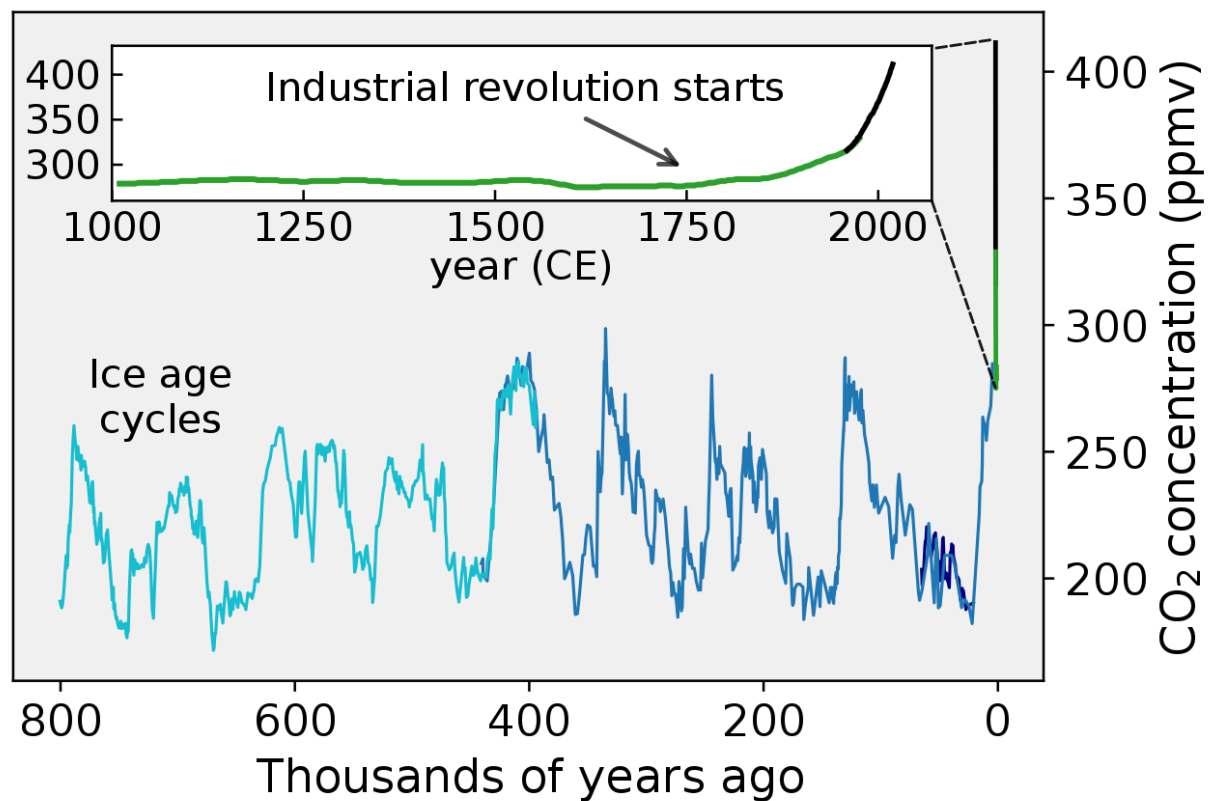
Lifetimes and metric values are taken from Table 2.14 of [4], and [5].

[†]CO₂ lifetime is representative and cannot be expressed by a single estimate because of the multiple timescales on which CO₂ is removed. (e.g., [26]).

GTP: Global Temperature Change Potential; GWP: Global Warming Potential; IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

Dinamica della CO₂ nel tempo

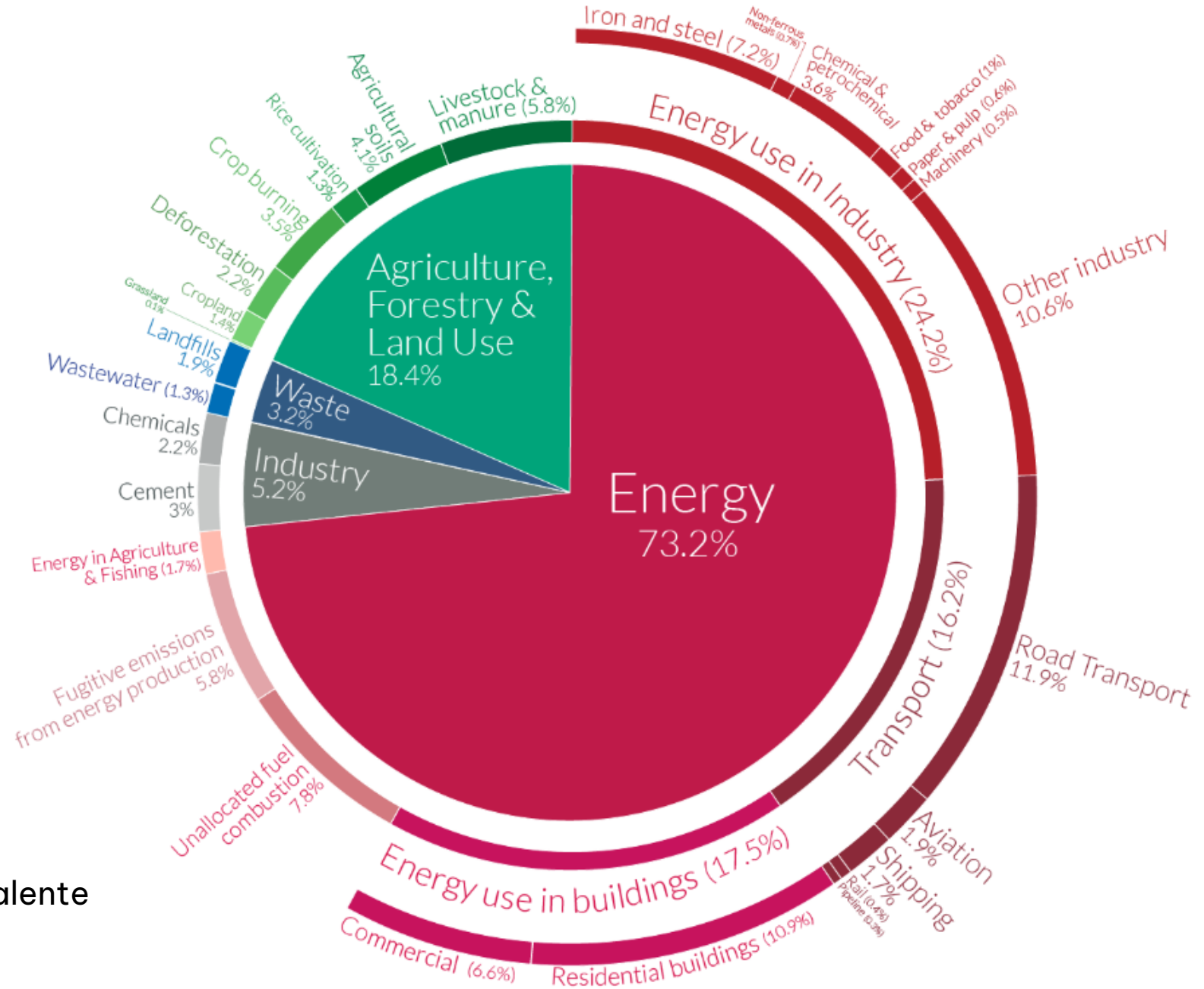
- L'anidride carbonica ha una sua naturale variabilità, ma le attività antropiche ne hanno aumentato la concentrazione in atmosfera.



Global greenhouse gas emissions by sector

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.

Settori emissivi



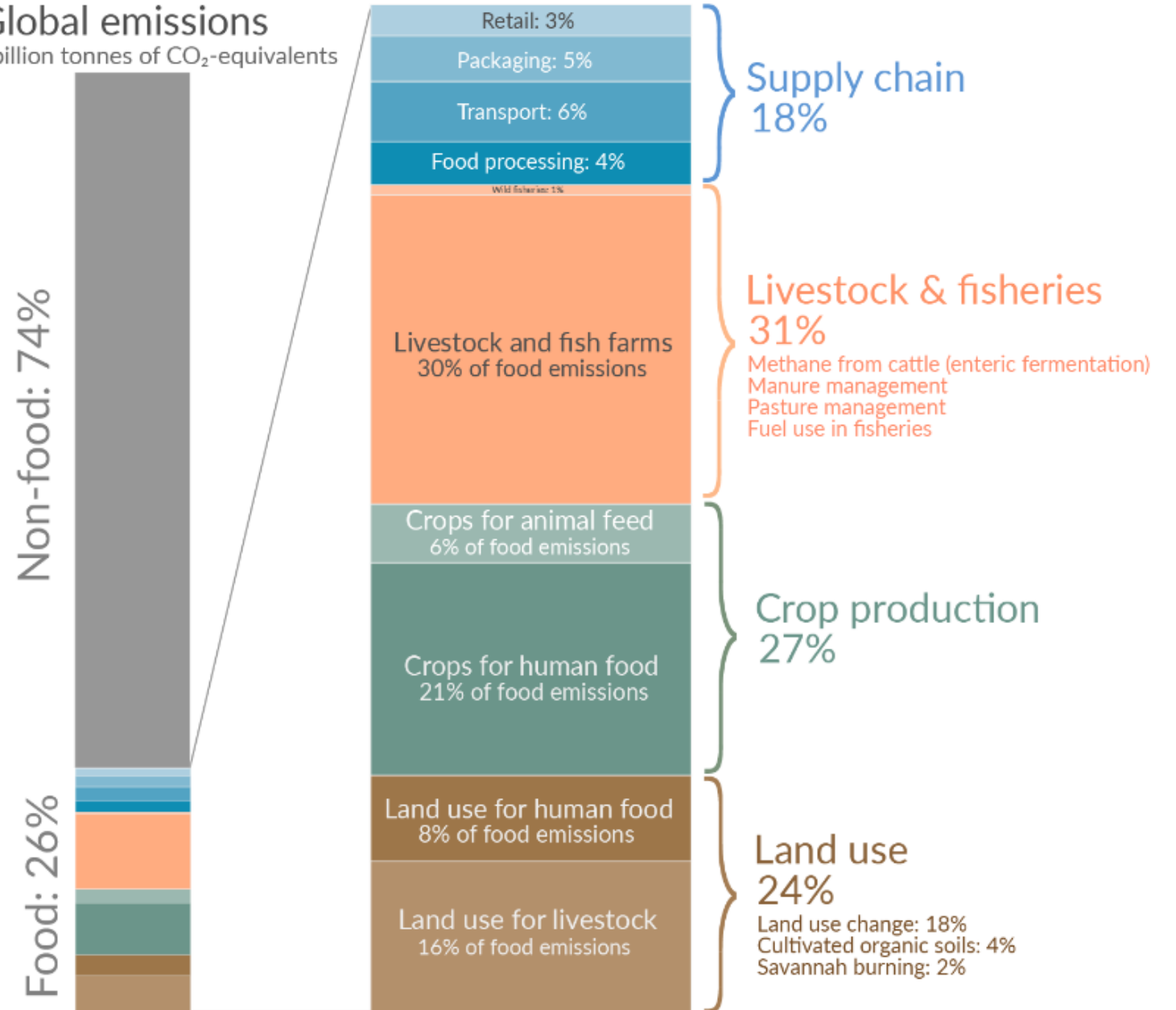
Riferimento anno 2016

Totale emission nell'anno:

49.4 miliardi di tonnellate CO₂ equivalente

Emissioni del sistema agrifood

Global emissions
52.3 billion tonnes of CO₂-equivalents



6% of global greenhouse gas emissions come from food losses and waste

Emissions from food that is never eaten accounts for 6% of total emissions



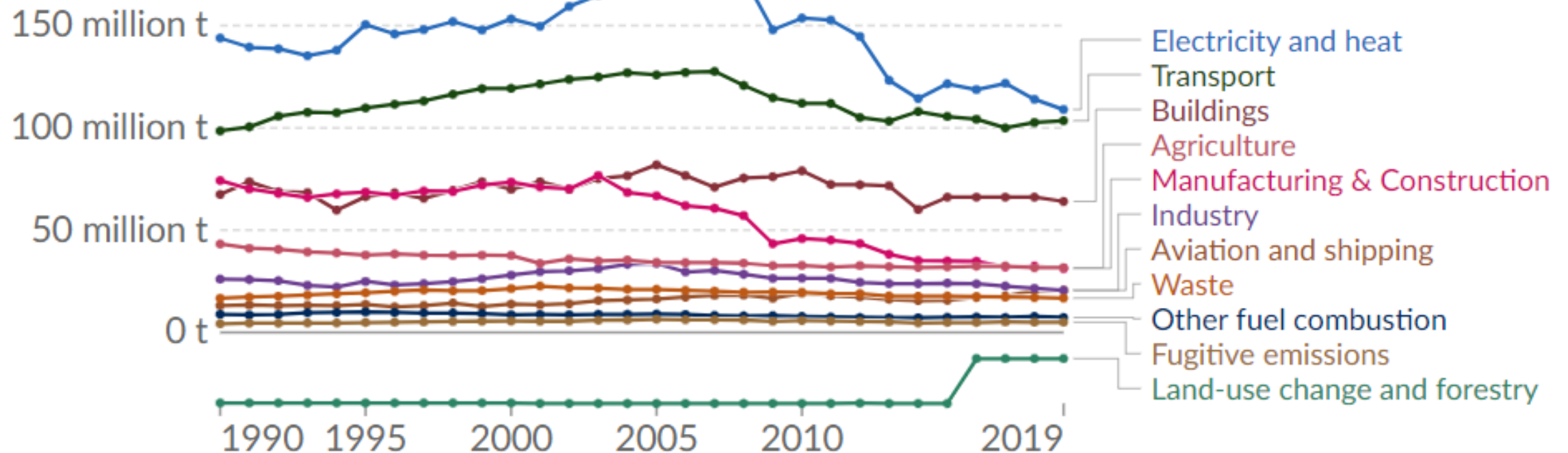
Food production is responsible for 26% of global greenhouse gas emissions

Settori emissivi in Italia: dinamica temporale

Greenhouse gas emissions by sector, Italy

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO₂eq). This means non-CO₂ gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.

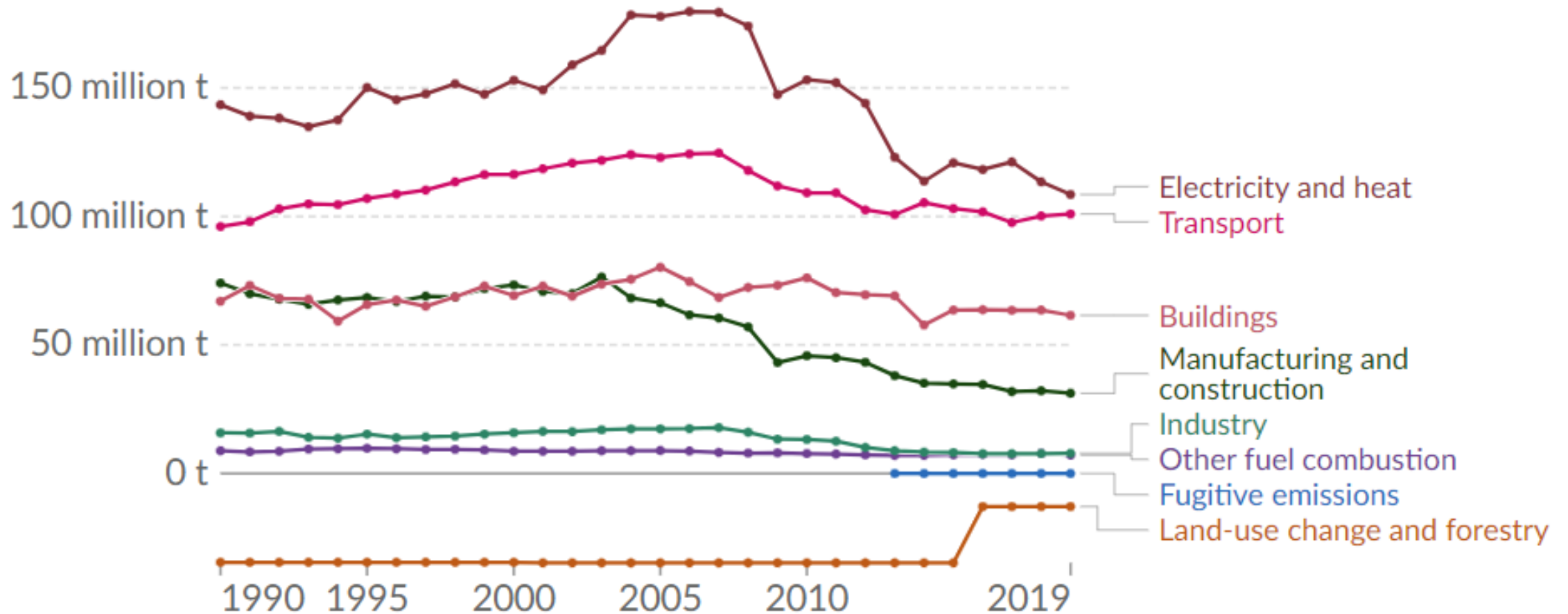
Our World
in Data



Emissioni CO₂ in Italia

CO₂ emissions by sector, Italy

Our World
in Data

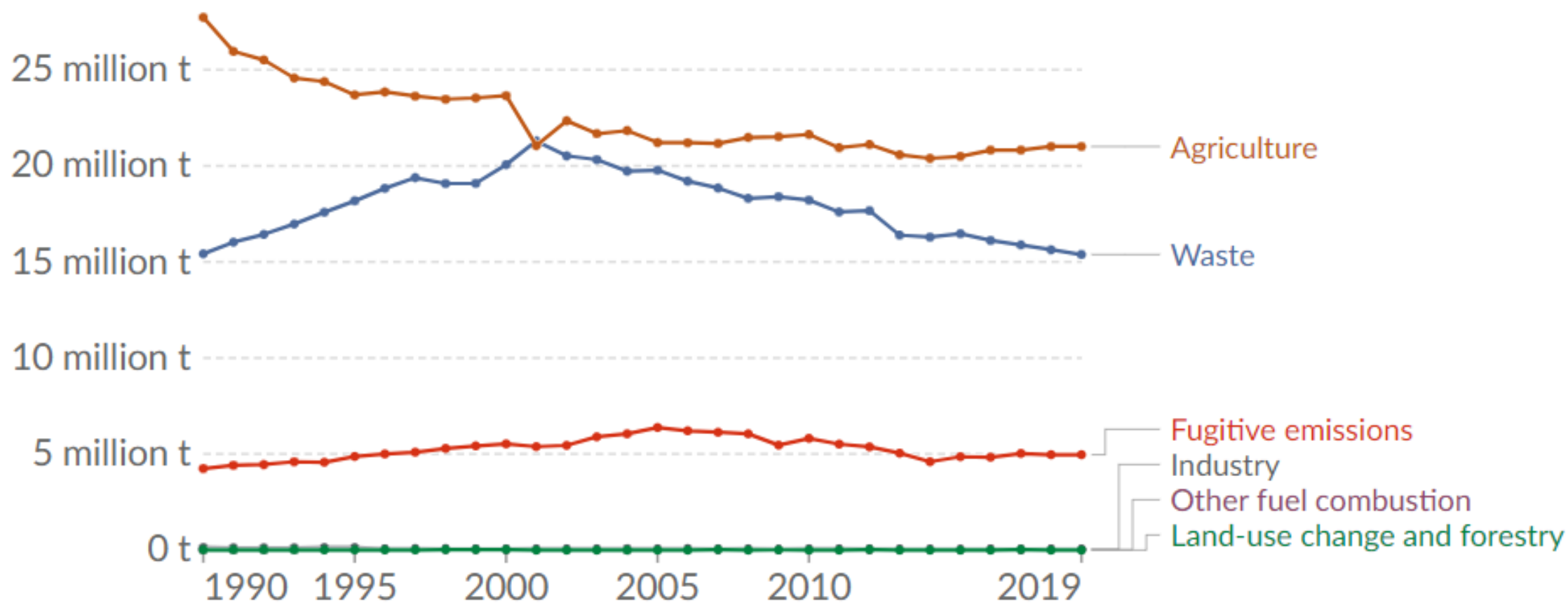


Emissioni CH₄ in Italia

Methane emissions by sector, Italy

Methane (CH₄) emissions are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents.

Our World
in Data

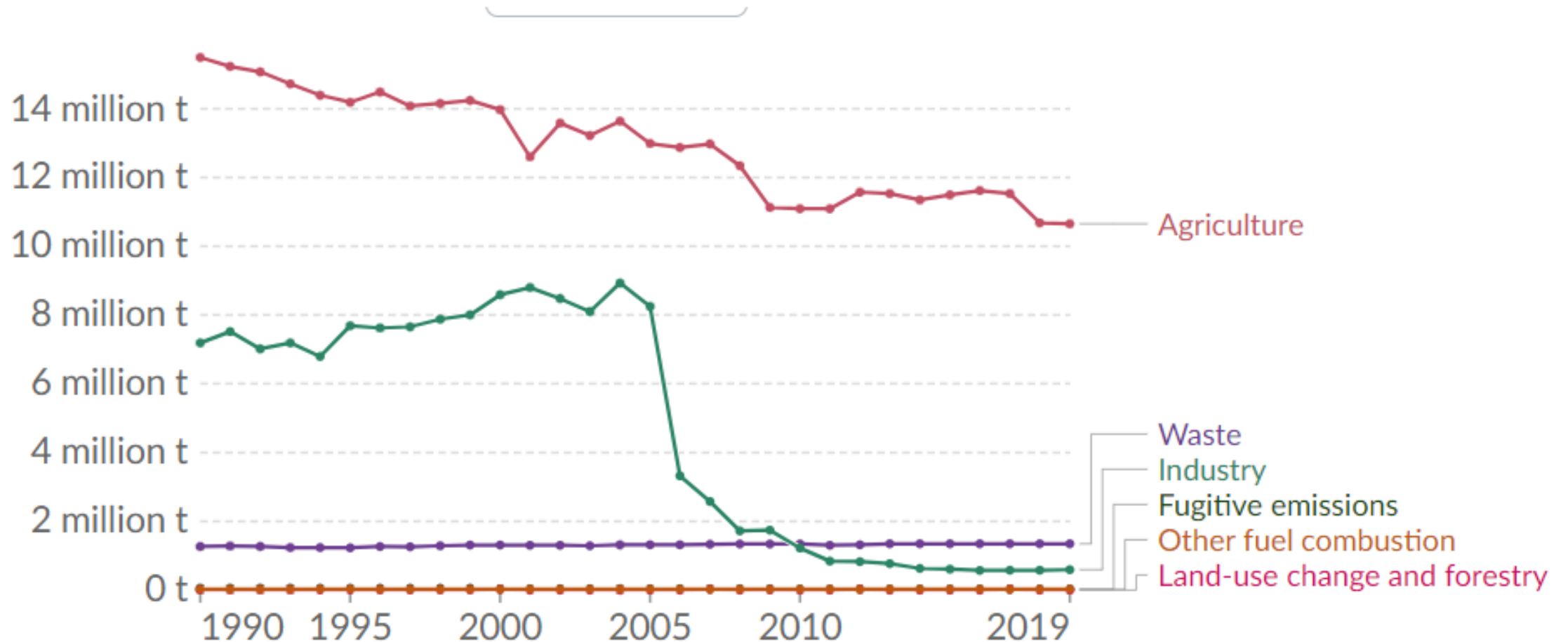


Emissioni N₂O in Italia

Nitrous oxide emissions by sector, Italy

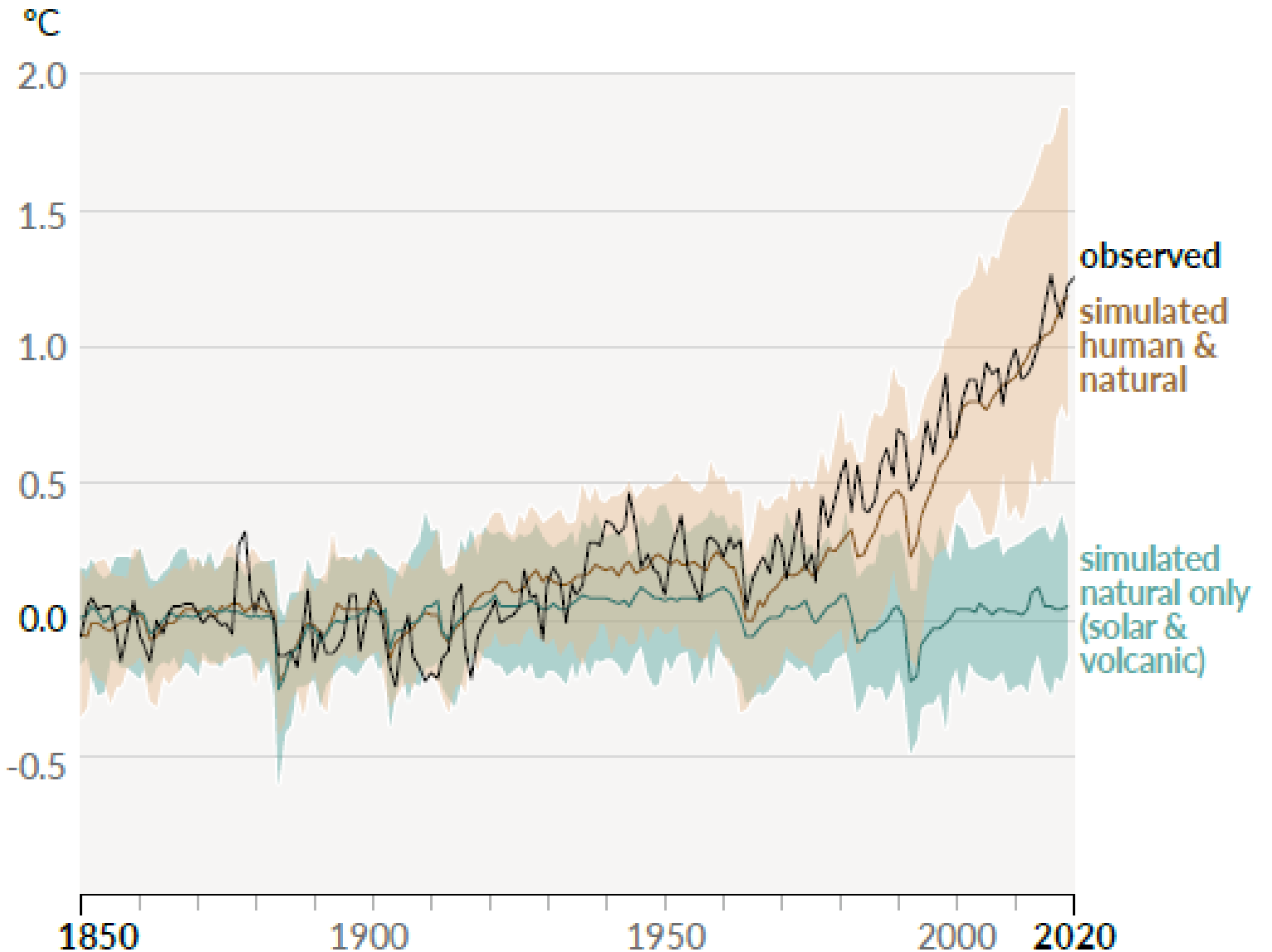
Nitrous oxide (N₂O) emissions are measured in tonnes of carbon dioxide equivalents (CO₂e).

Our World
in Data



Temperatura osservata vs simulata

Utilizzando i modelli climatici per simulare la variazione di temperatura, se considerassimo solo le emissioni naturali di CO₂, non riusciremmo a simulare correttamente quanto osservato.



Azioni per il clima che cambia



Mitigazione: Riduzione delle emissioni e delle concentrazioni in atmosfera (e.g. Carbon Capture and Storage, Energia Rinnovabile e Dismissione delle fonti fossili, Geoingegneria per alterazione del forzante radiativo, Negative Emissions Technologies)



Adattamento: Migliorare la resilienza dei sistemi (Soluzioni grigie – tecnologiche / verdi – ecosistemiche / soft – governative)



Politiche: Accordi internazionali per limitare il riscaldamento terrestre e gli effetti sui sistemi antropici e naturali (come Accordi di Parigi, Protocollo di Kyoto, decisi annualmente nell'ambito della Conferenza delle Parti (COP) della Convenzione Quattro delle Nazioni Unite per i Cambiamenti Climatici (UNFCCC)).

Impronta di carbonio

"E' la misura della quantità totale di emissioni di anidride carbonica (CO_2) e metano (CH_4) di una popolazione, di un sistema o di un'attività definiti, considerando tutte le fonti, i pozzi e gli stoccaggi pertinenti entro il confine spaziale e temporale della popolazione, del sistema o dell'attività di interesse. Calcolata come anidride carbonica equivalente utilizzando il relativo potenziale di riscaldamento globale a 100 anni (GWP100)".

Le impronte di carbonio sono solitamente riportate in tonnellate di emissioni (CO_2 -equivalenti) all'anno.



**Impronta
di
carbonio**

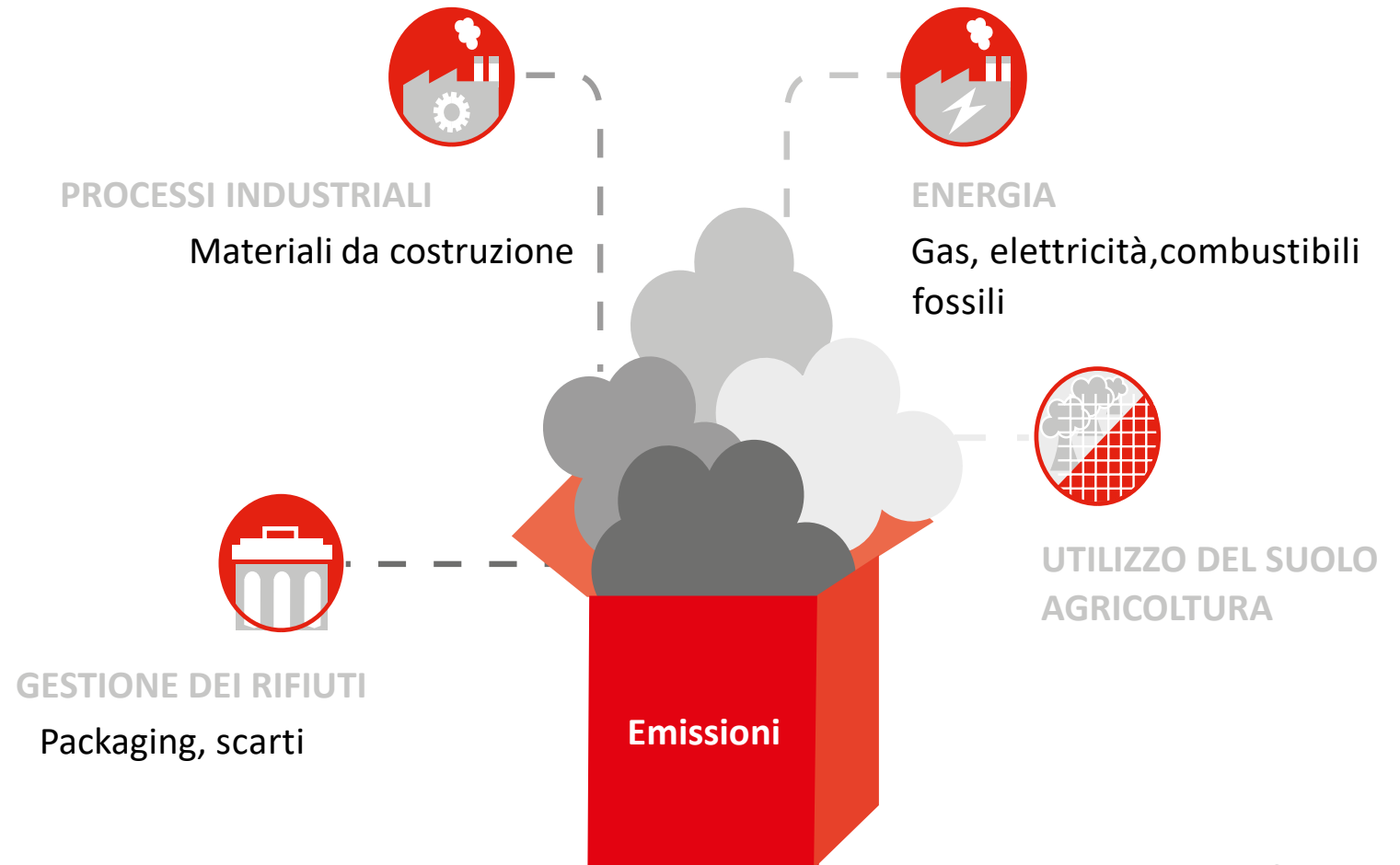
Prodotto

Industria

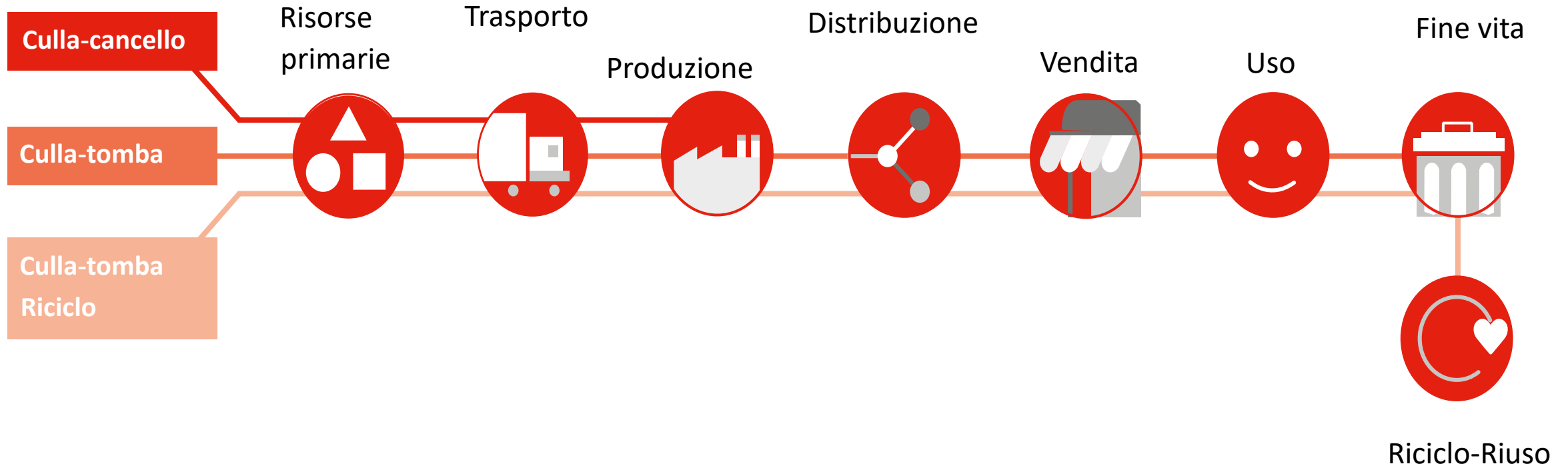
Individuo

Impronta di prodotto

Impronta di carbonio dei prodotti: ISO 14067:2018 [Gas a effetto serra -- Impronta di carbonio dei prodotti -- Requisiti e linee guida per la quantificazione].



Impronta di prodotto

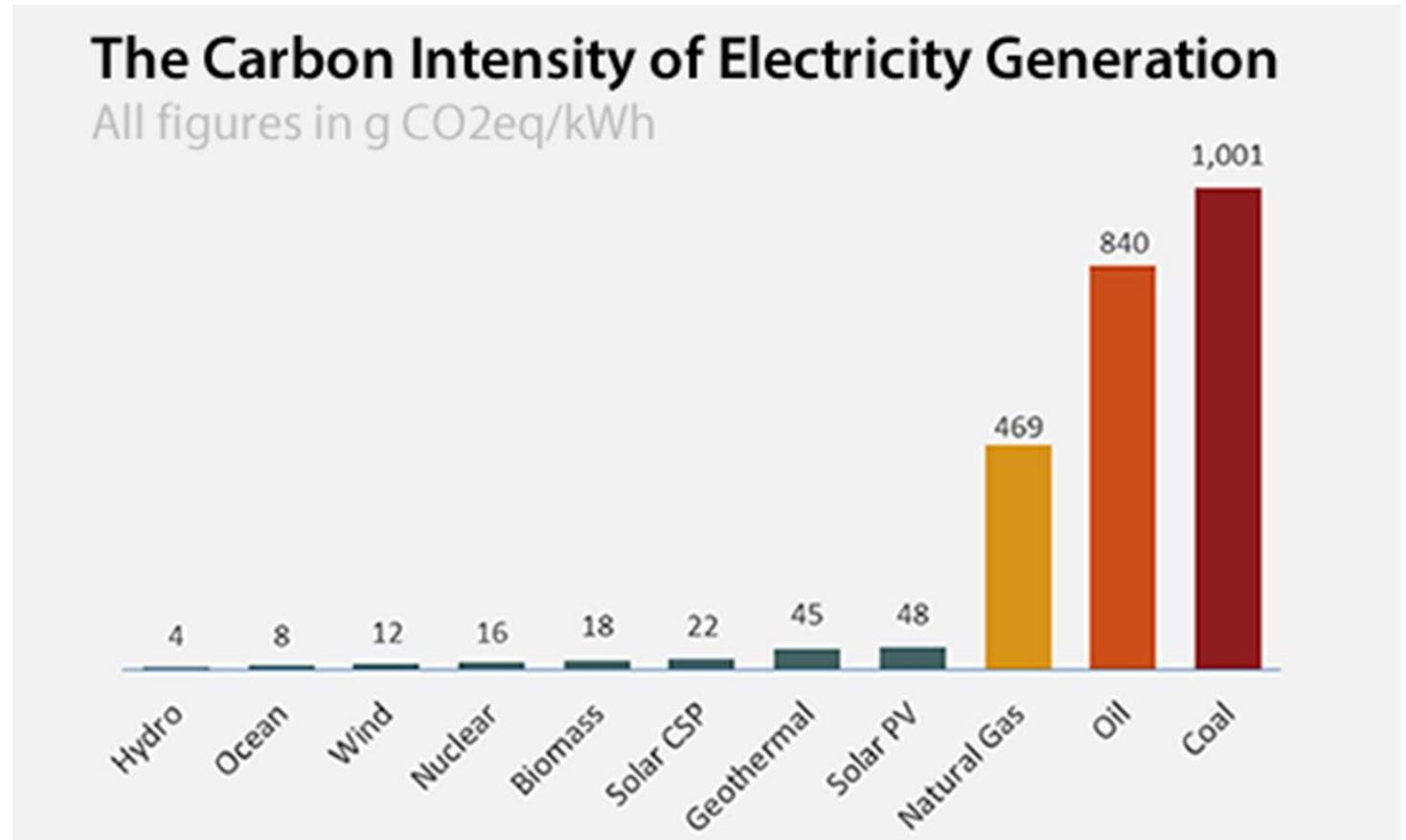


Scelta dei confini dell'analisi lungo la filiera del prodotto.

Ad ogni step si definisce il quantitativo di CO2 equivalente per unità di comparazione.

Fattori emissivi fonti energetiche

- Fattore emissivo del mix energetico italiano:
0.31 kg CO₂-eq/kWh



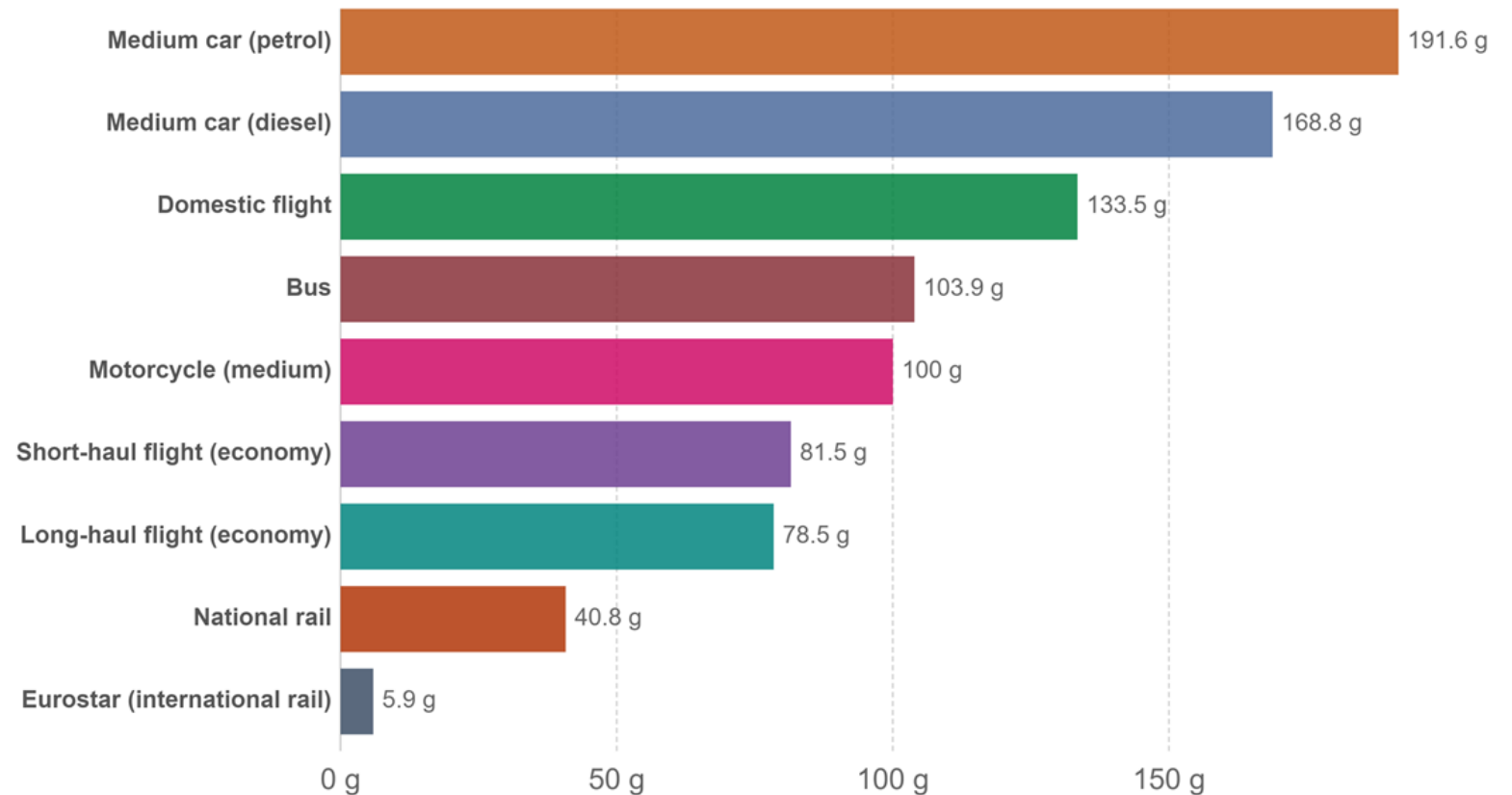
Emissioni dei trasporti

- In termini assoluti, è maggiormente impattante l'aereo
- In termini relativi, l'auto.

CO₂ emissions by mode of transport, 2018

Carbon dioxide (CO₂) emissions are measured in grams per passenger kilometer. This does not account for non-CO₂ greenhouse gases or the increased warming effects of aviation emissions at altitude.

Our World
in Data



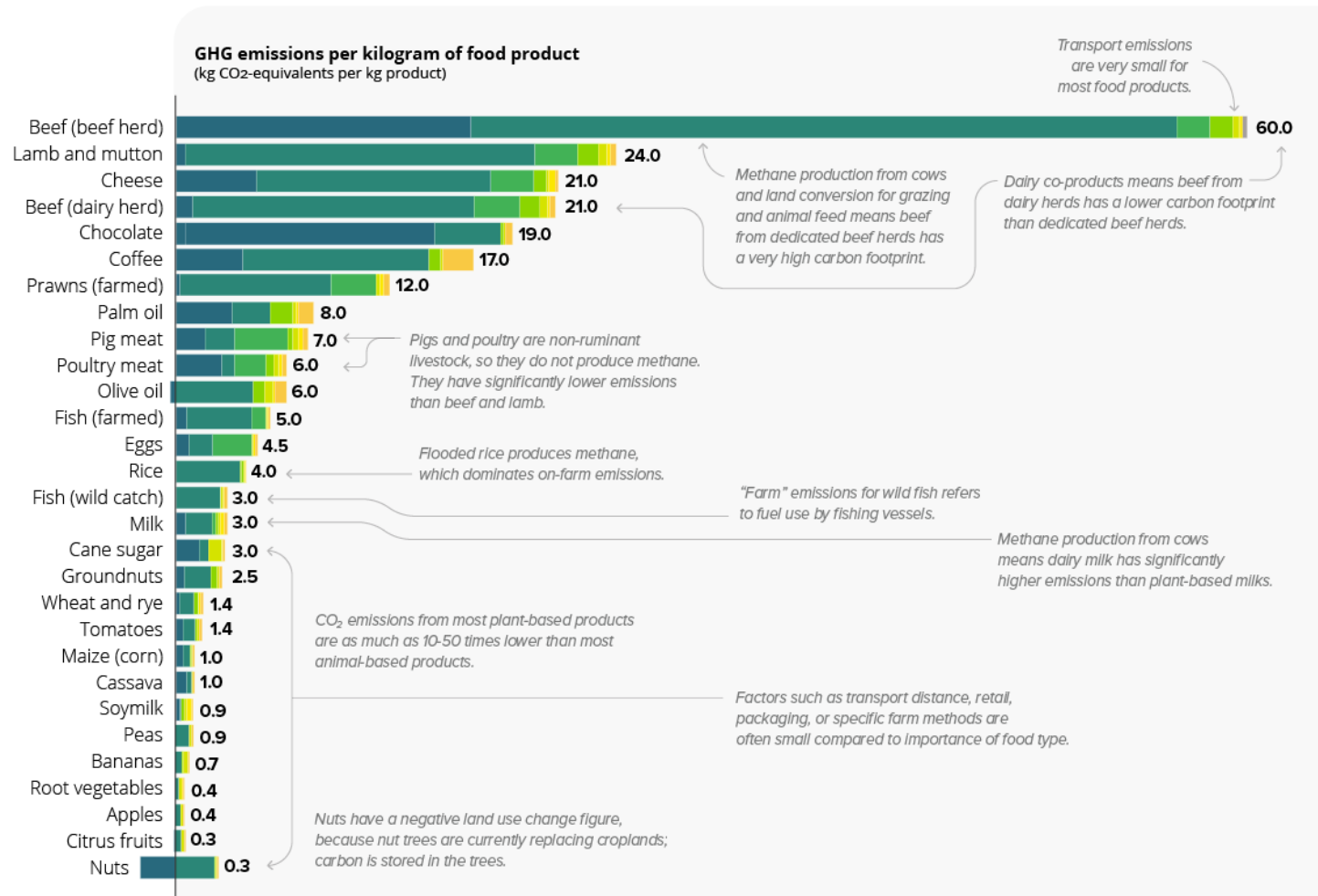
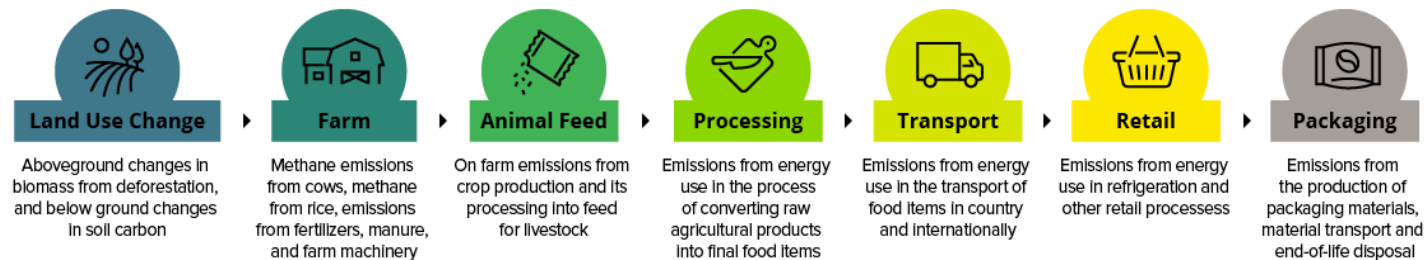
Source: UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Greenhouse gas reporting: conversion factors 2019.

Note: Data is based on official conversion factors used in UK reporting. These factors may vary slightly depending on the country.

OurWorldInData.org/transport • CC BY

CF Alimenti

- Nelle fasi di produzione di alimenti, la maggior parte delle emissioni sono legate all'uso del suolo e dalla coltivazione-allevamento intensivo.

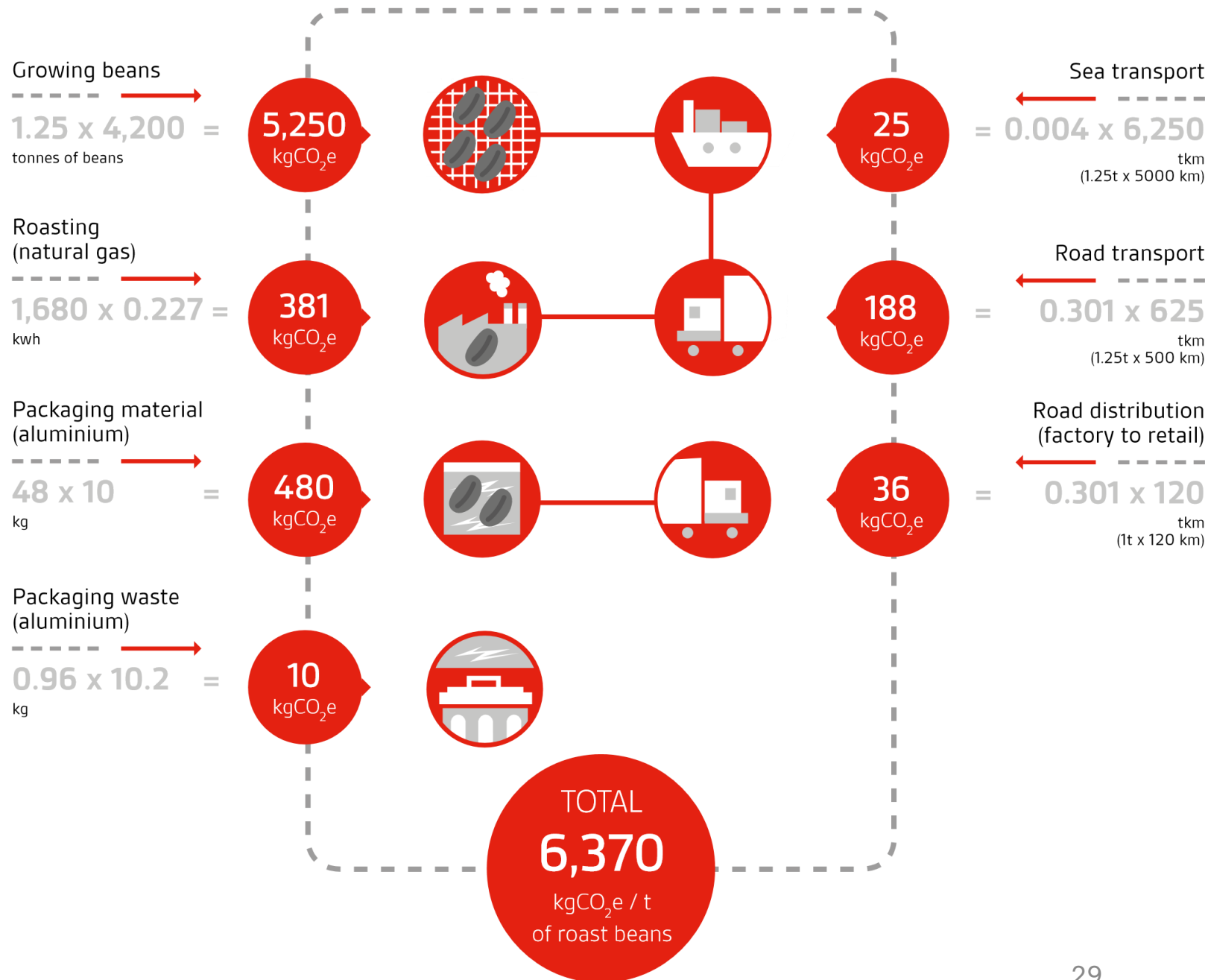


Note: Greenhouse gas emissions are given as global average values based on data across 38,700 commercially viable farms in 119 countries. Data source: Poore and Nemecek (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science. Images sourced from the Noun Project. OurWorldInData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.



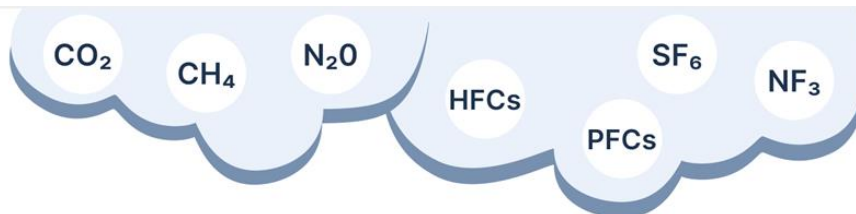
caffè

- Il **fattore di emissione** è definito come il rapporto tra l'emissione di un inquinante da una data sorgente emissiva e l'unità di indicatore della sorgente stessa.



Impronta di una azienda

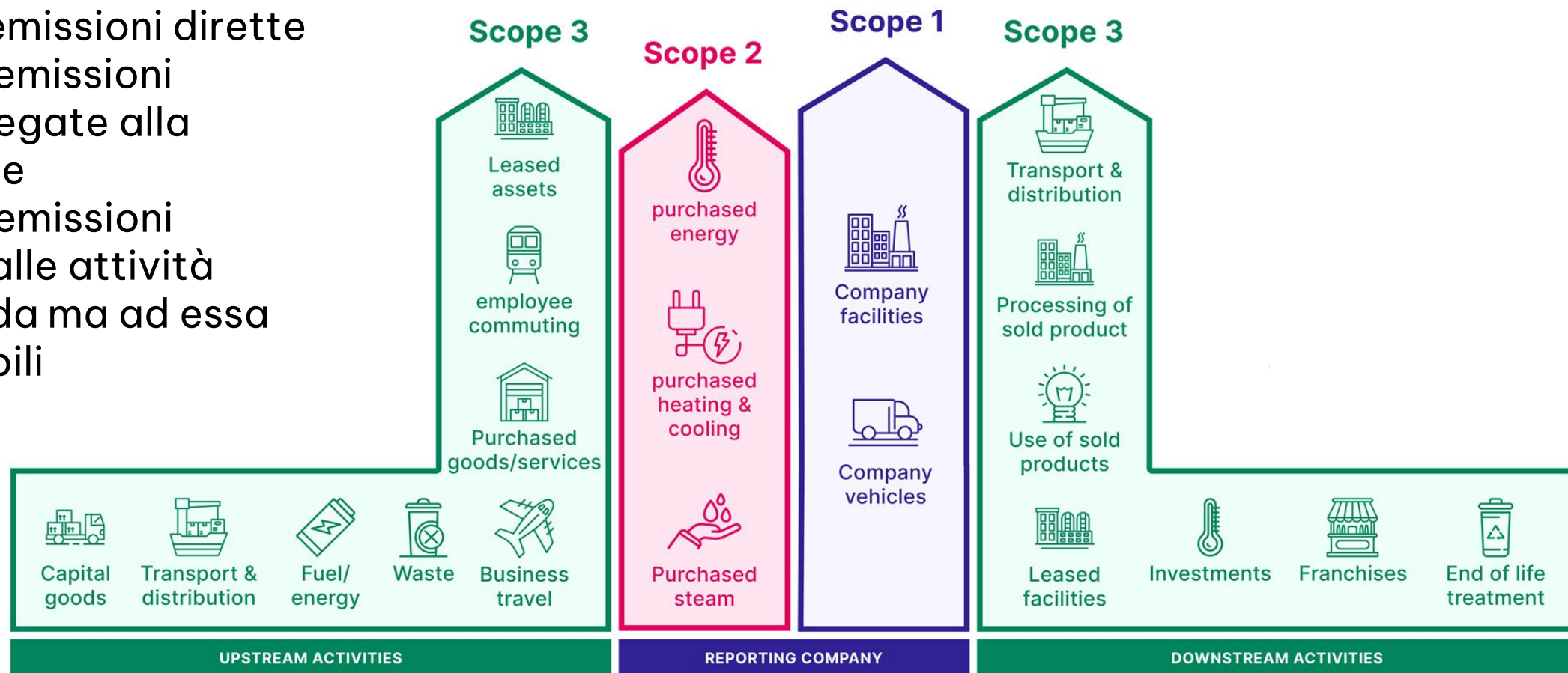
The GHG Protocol



Scope 1: emissioni dirette

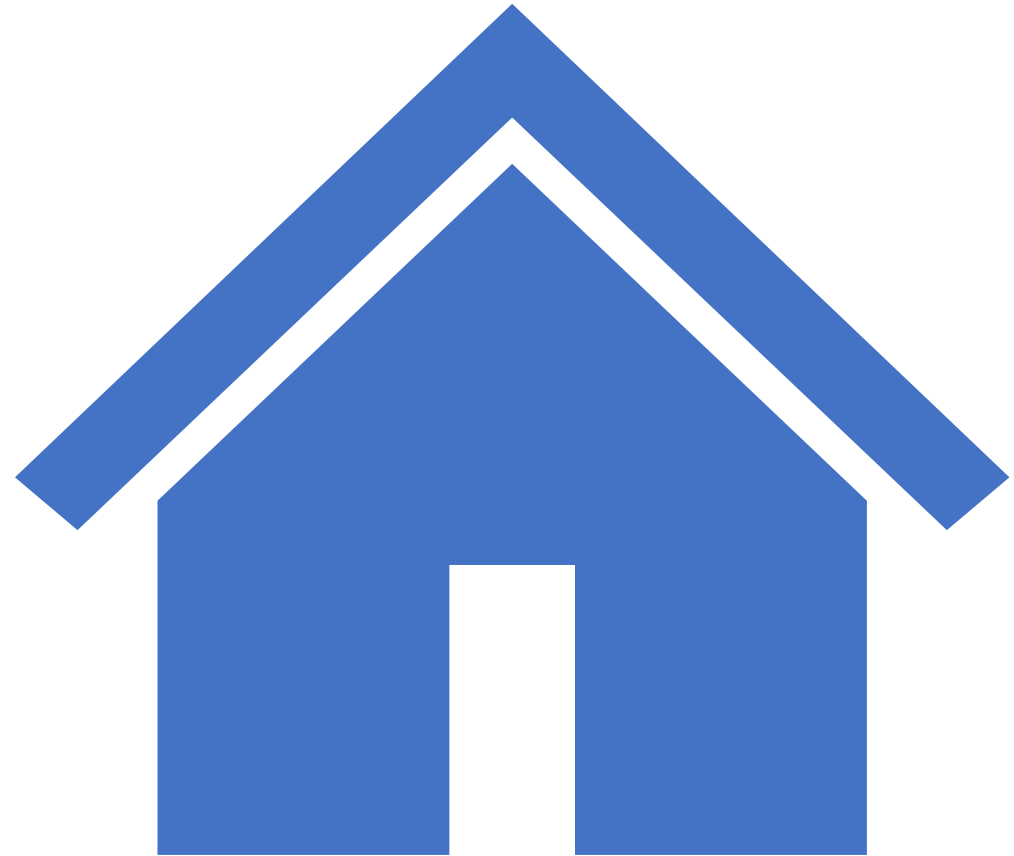
Scope 2: emissioni indirette legate alla produzione

Scope 3: emissioni slegate dalle attività dell'azienda ma ad essa relazionabili



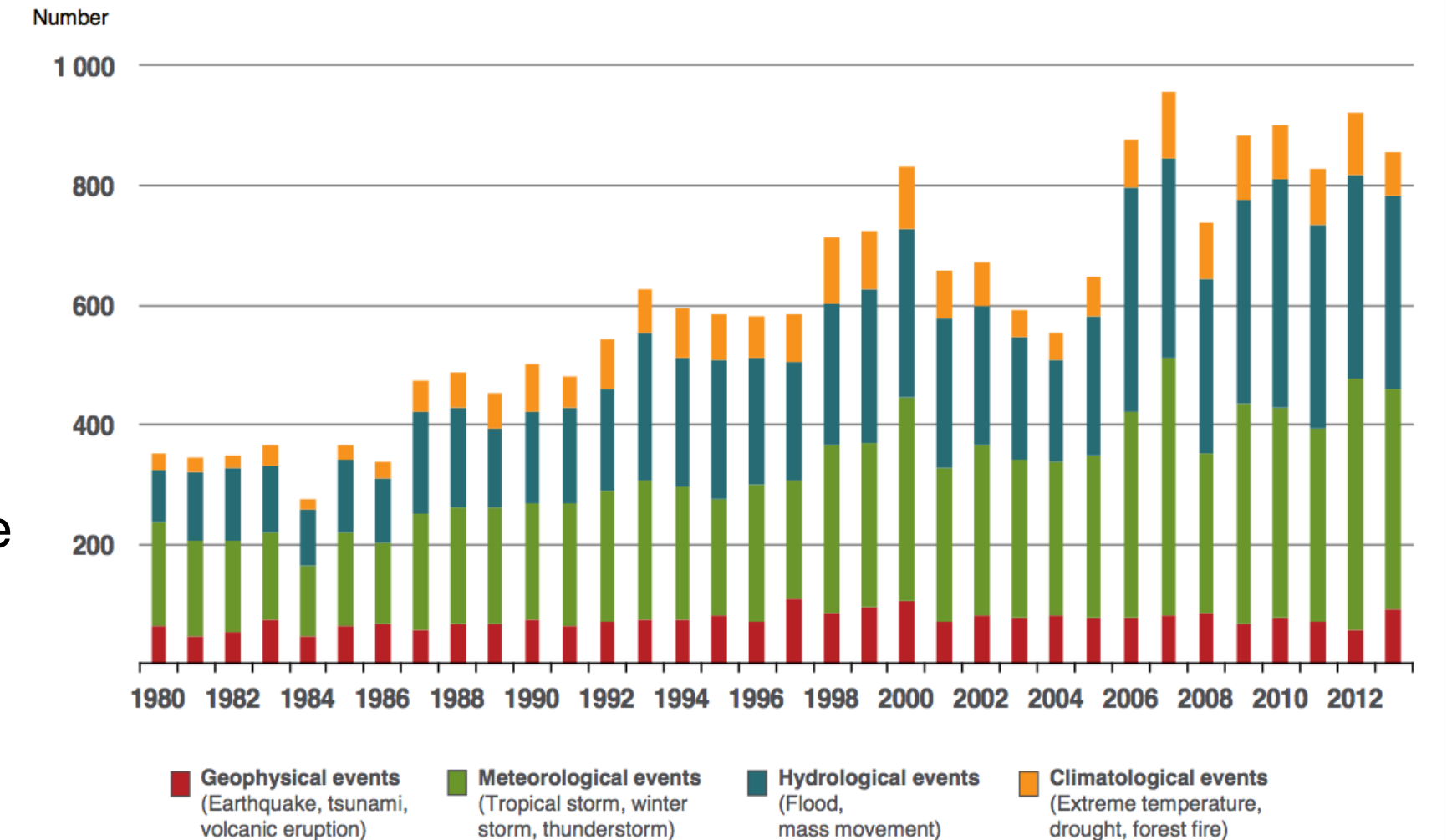
Impronta individuale

- Bisogna tenere in conto di:
- **Casa:** spesa energetica (luce, gas, riscaldamento)
- **Trasporti:** viaggi in auto, utilizzo di trasporto urbano-interurbano, viaggi in aereo o treno
- **Acquisti:** es. Elettronica, movimenti digitali



Impatto sui rischi

- Negli anni è in aumento il numero di morti causati da eventi associabili al cambiamento climatico, come le temperature estreme, alluvioni, siccità e tempeste.



Frequenza degli eventi estremi

La IPCC (Gruppo Intergovernativo delle Nazioni Unite per il Cambiamento Climatico) ha stimato che, se la temperatura aumentasse di 4°C:

- **i fenomeni alluvionali dovute a precipitazioni estreme** con frequenza di 1.3 eventi ogni 10 anni potrebbero aumentare la loro frequenza con fino a **2.7 eventi ogni 10 anni**.
- **i fenomeni di siccità intensa** con frequenza di 1.7 eventi ogni 10 anni potrebbero aumentare la loro frequenza con fino a **4.1 eventi ogni 10 anni**.

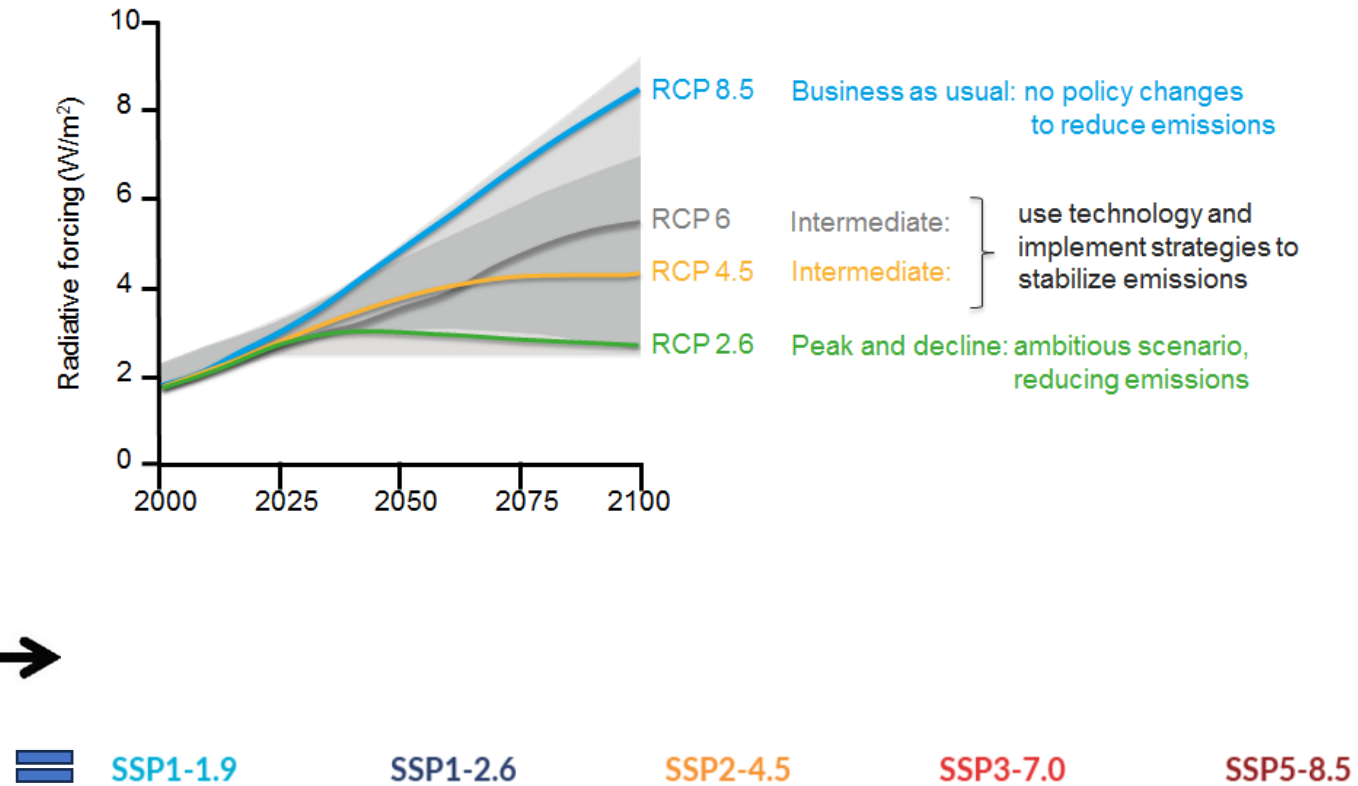
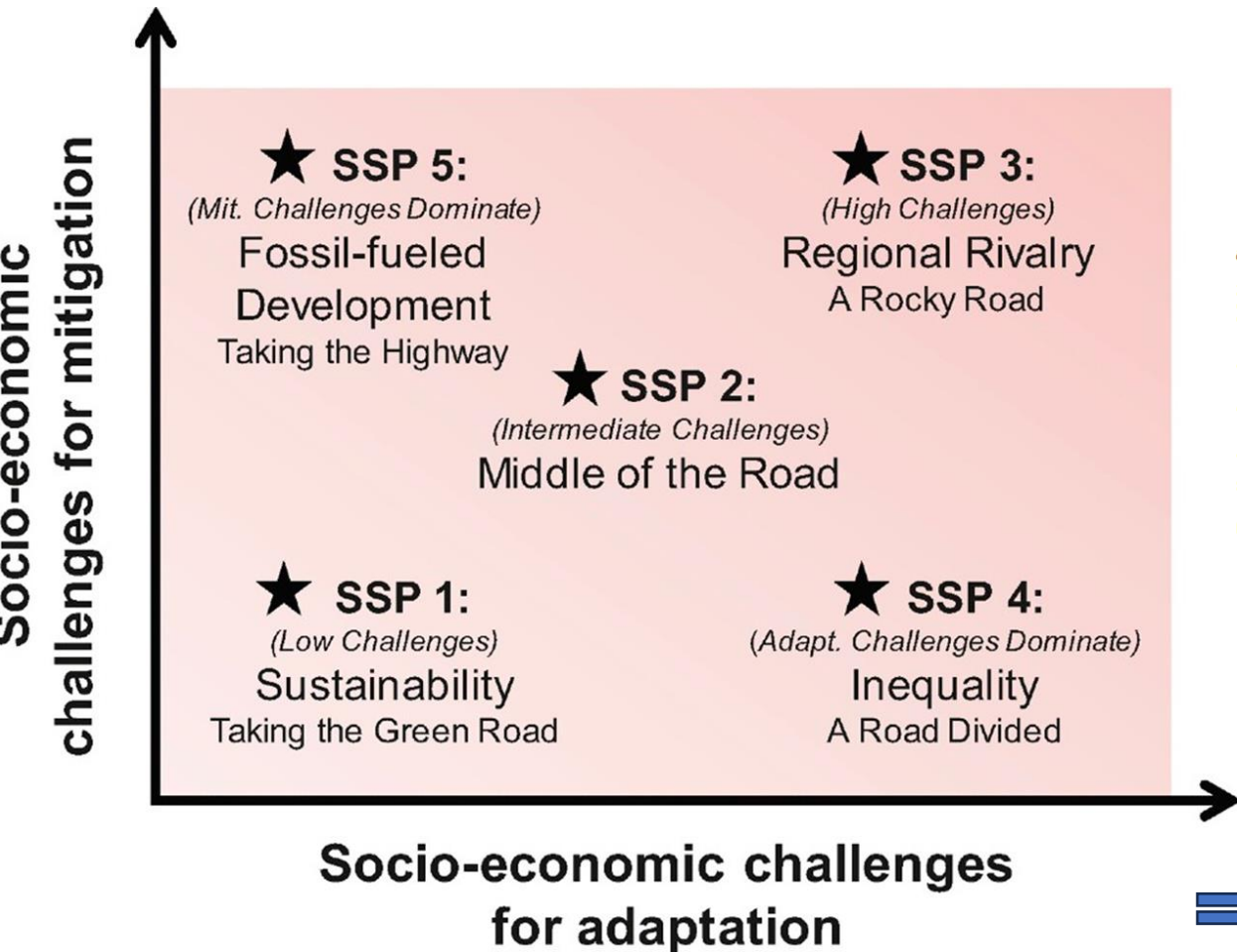


Simulare il clima futuro

Simulazione di scenari socio-economico futuri
Scenari Shared-Socioeconomic Pathways (SSP)

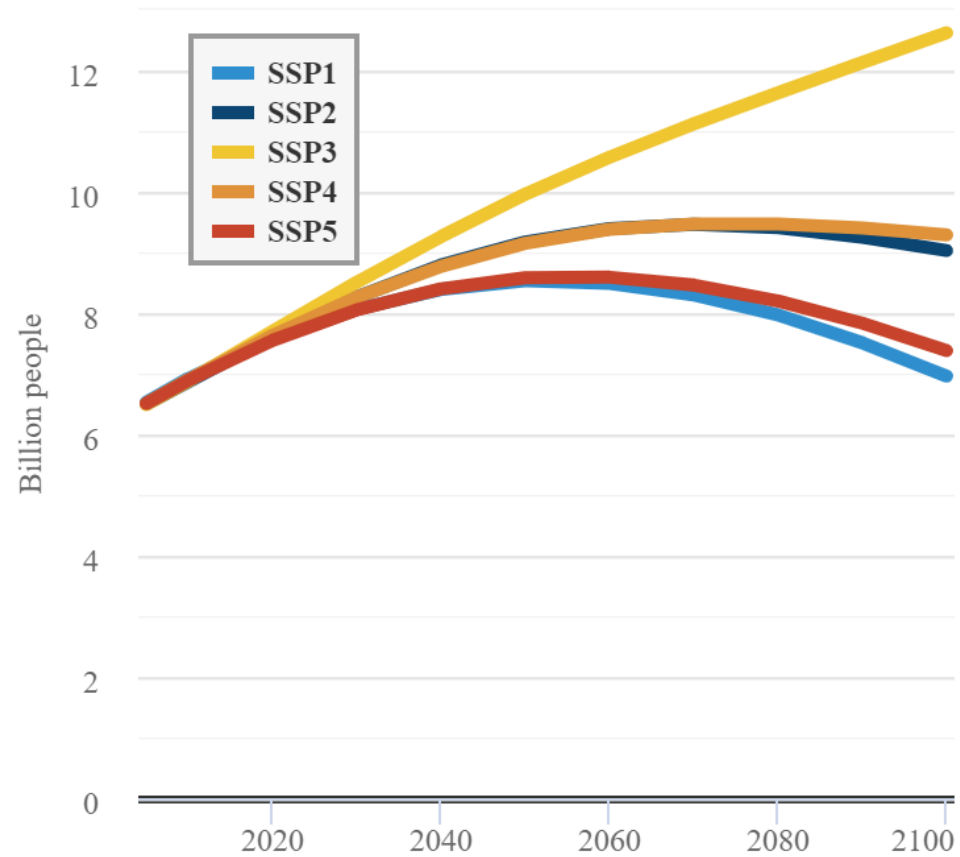


Simulazione dell'incremento di forzante radiativo futuro
Scenari Representative Concentration Pathways (RCP)

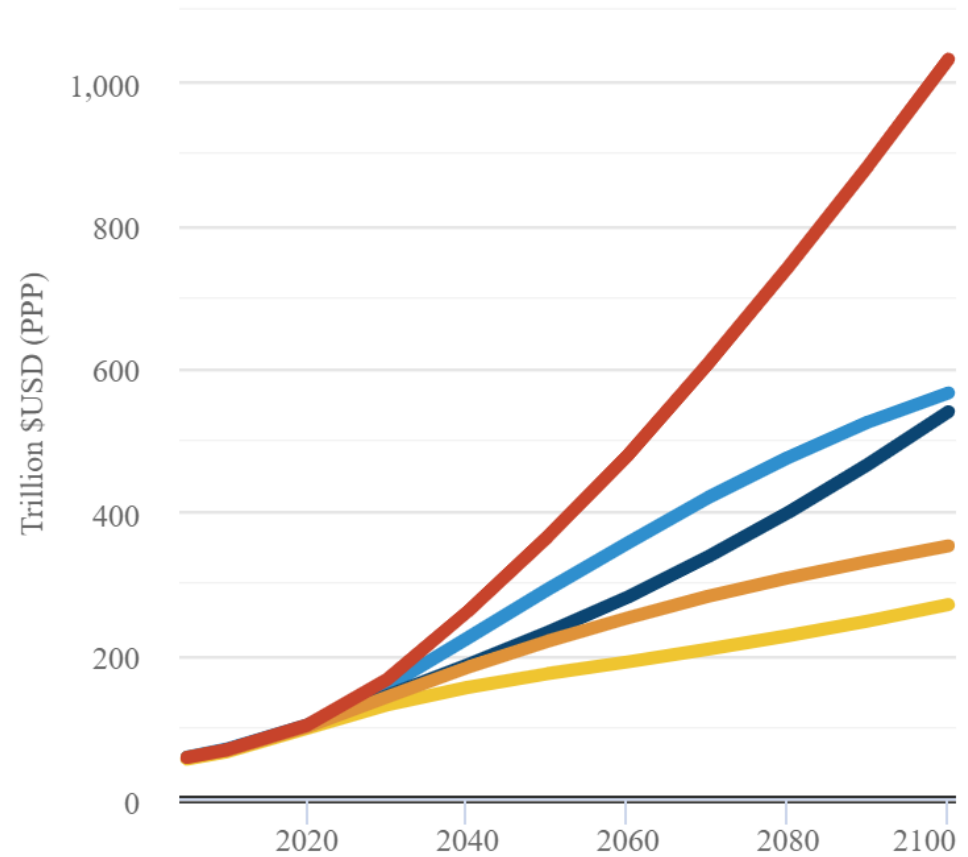


Andamento di popolazione e PIL negli SSP

Global population

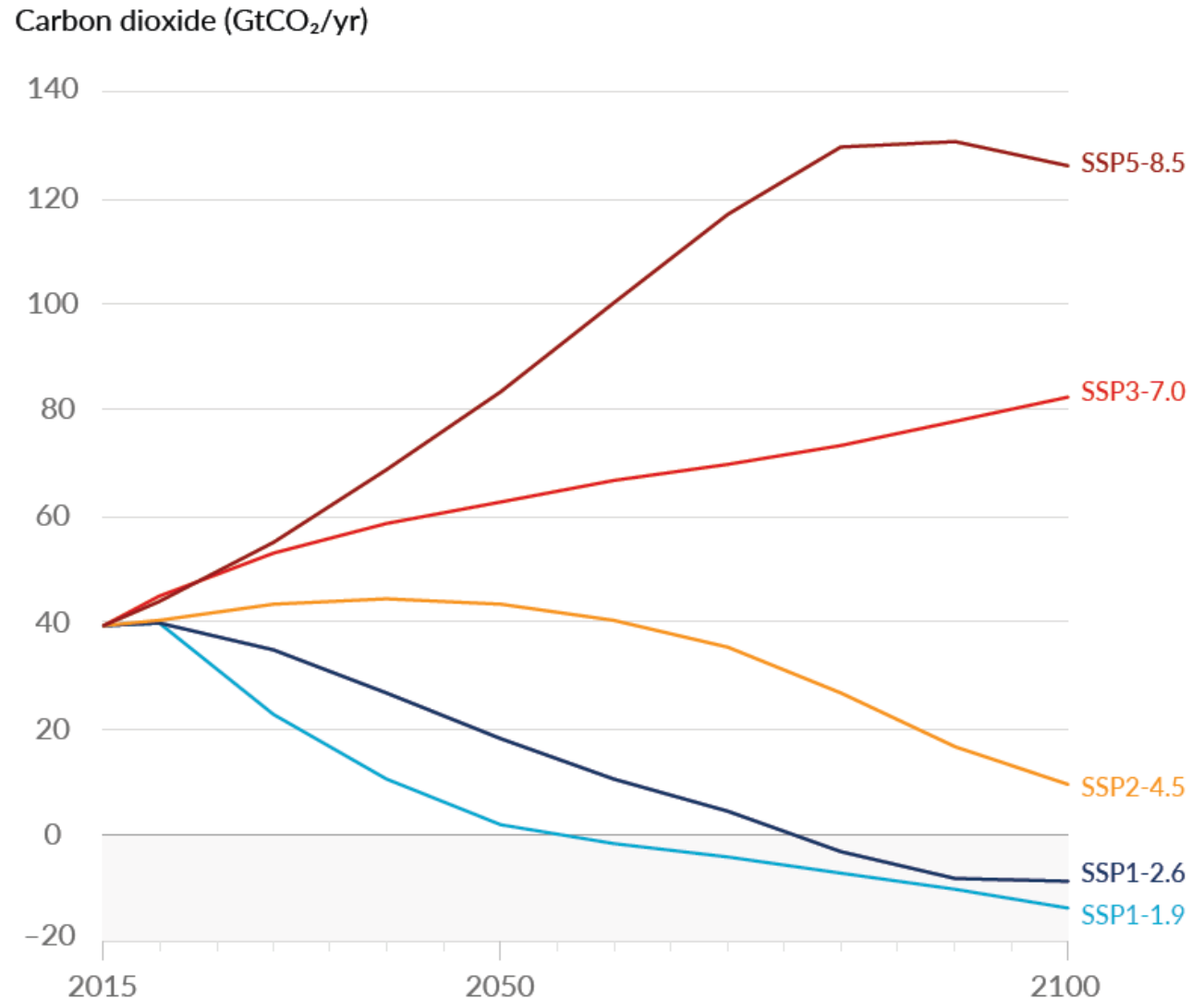


Global GDP



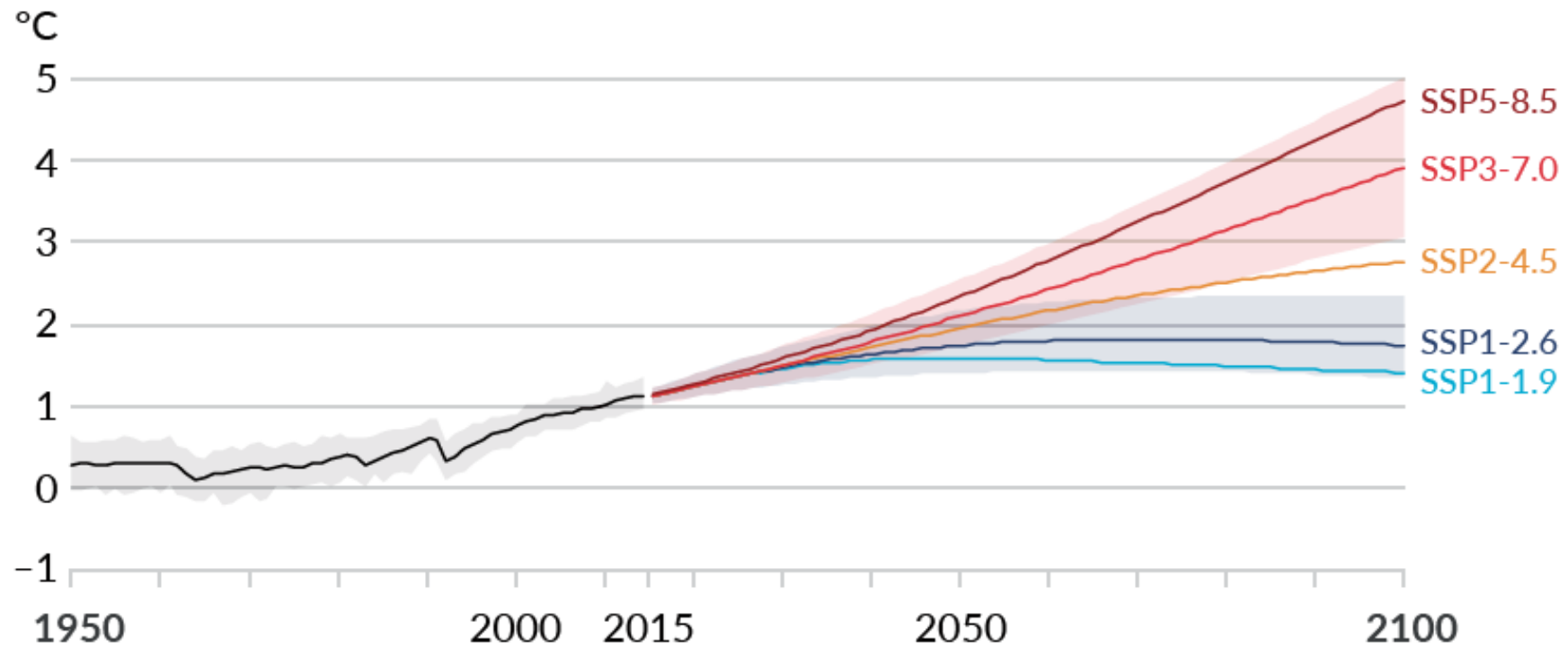
Traiettorie di emissione - Gton CO₂

- Dove le emissioni sono negative è per merito dell'ipotesi di attività di mitigazione (riduzione delle emissioni) attraverso tecnologie tipo "Cattura di CO₂".



Traiettorie di incremento temperatura media globale

(a) Global surface temperature change relative to 1850–1900



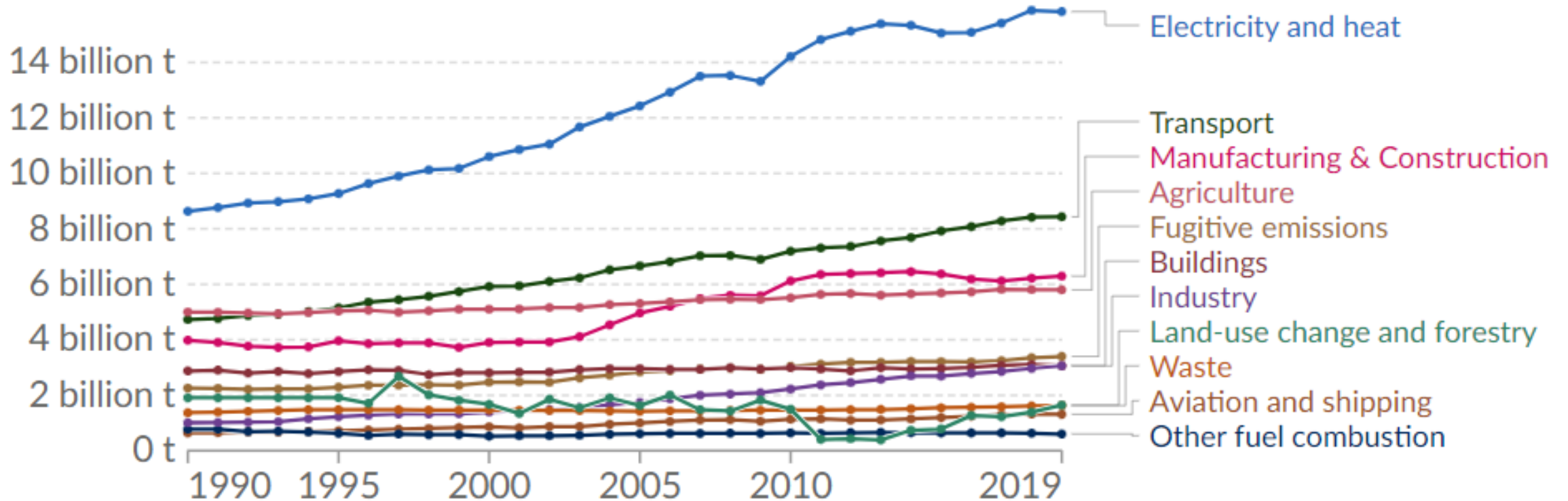
An aerial photograph of a lake surrounded by dense green forest. A small boat is visible in the center of the lake, leaving a white wake. The text "Grazie per l'attenzione." is overlaid in the center of the image.

Grazie per l'attenzione.

Settori emissivi: dinamica temporale

Greenhouse gas emissions by sector, World

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO₂eq). This means non-CO₂ gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.



Settori emissivi in Italia: per capita

Per capita greenhouse gas emissions by sector, Italy, 2019

Per capita greenhouse gas emissions are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents per person per year.

Our World
in Data

