



POLITECNICO
MILANO 1863



**Scenari climatici tra decarbonizzazione spinta e
punti di non ritorno**
M. Grosso

Un evento organizzato nell'ambito del tavolo «Sviluppo Sostenibile e Impatto» del Politecnico, in collaborazione con climalteranti.it, «Notizie e approfondimenti sul clima che cambia»

CLIMALTERANTI.IT

transia

HOME

CHI SIAMO

SOSTENITORI

I NOSTRI LIBRI

NETIQUETTE

CONTATTI

PREMIO

LINK

DIDATTICA

REALCLIMATE – ITA

RECENSIONI

TUTTI I POST

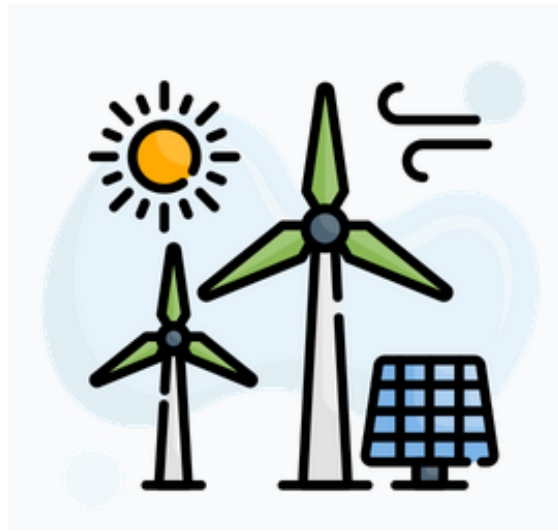
FAQ



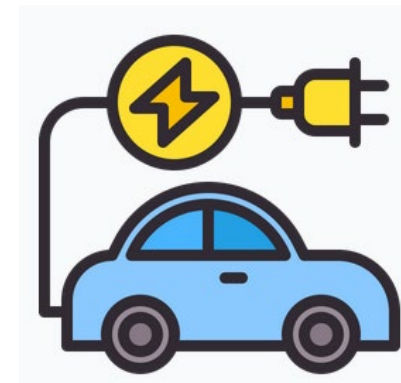
Notizie e approfondimenti sul clima che cambia

 Posts RSS

 Comments RSS



Buone notizie!

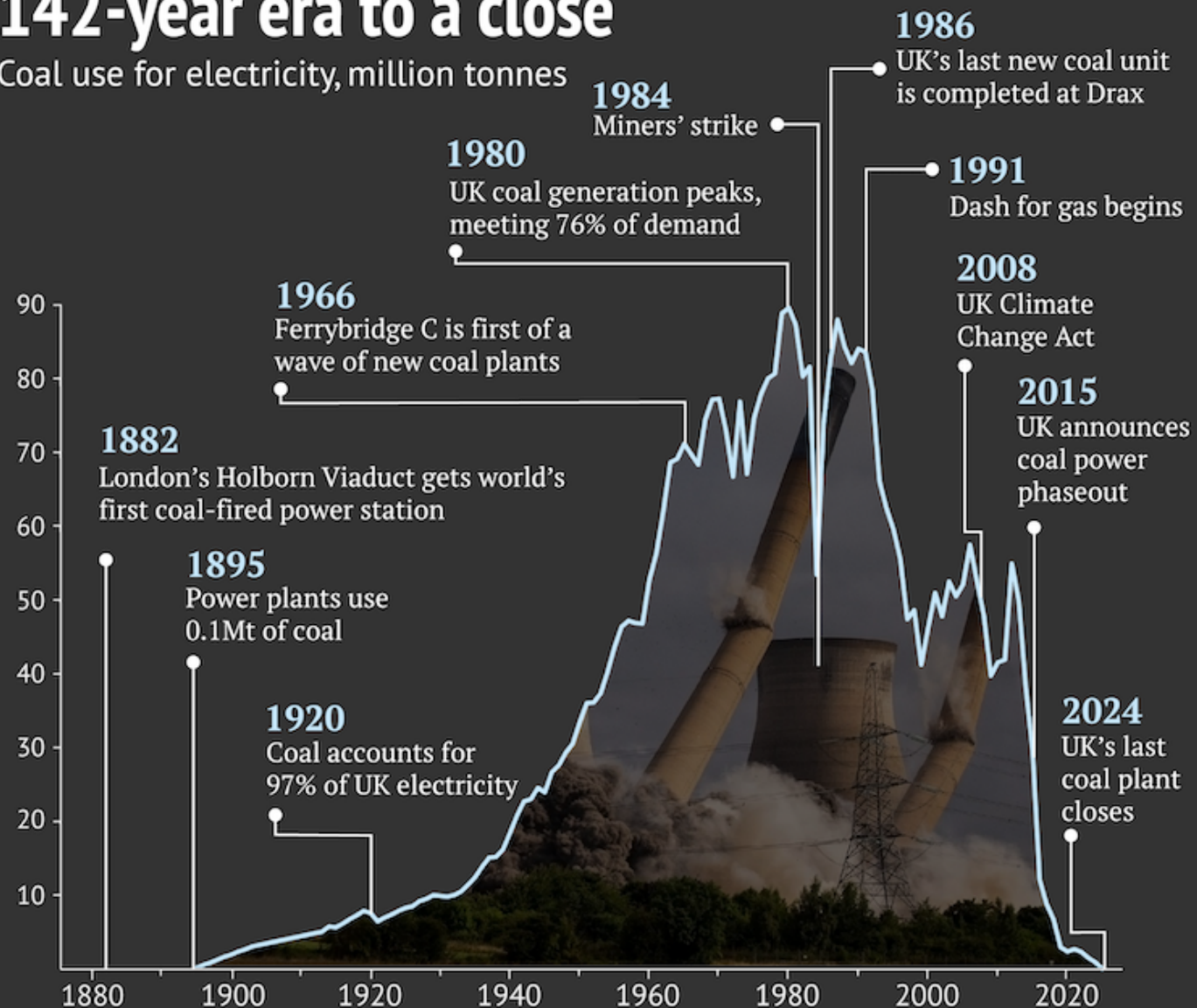


*L'ultima centrale elettrica
a carbone del Regno
Unito chiuderà nel 2024,
ponendo fine a un'era di
142 anni di combustione
del carbone per generare
elettricità*

30/09/24

UK's coal power phase-out brings 142-year era to a close

Coal use for electricity, million tonnes



Source: Carbon Brief analysis and data from DESNZ.

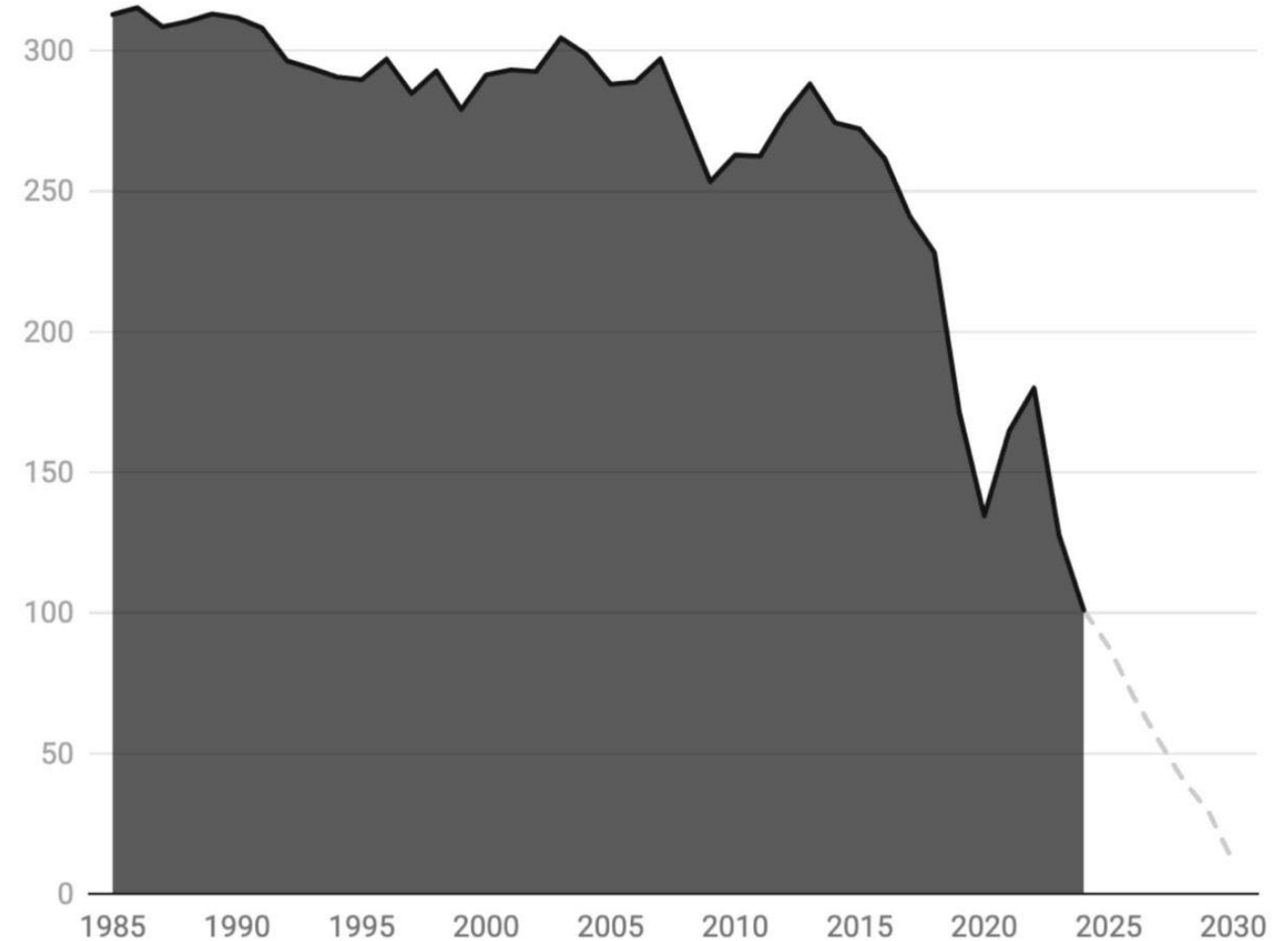
CarbonBrief
CLEAR ON CLIMATE

**Germany's coal power output is down by two-thirds in a decade.
Recent trends put it on track for a virtual phaseout by 2030.**

Electricity generation from coal, TWh

*La produzione di energia
da carbone in Germania è
diminuita di due terzi in un
decennio*

*Dopo il breve aumento del
2021, la Germania è sulla
buona strada per
un'eliminazione completa
entro il 2030.*



07/10/24

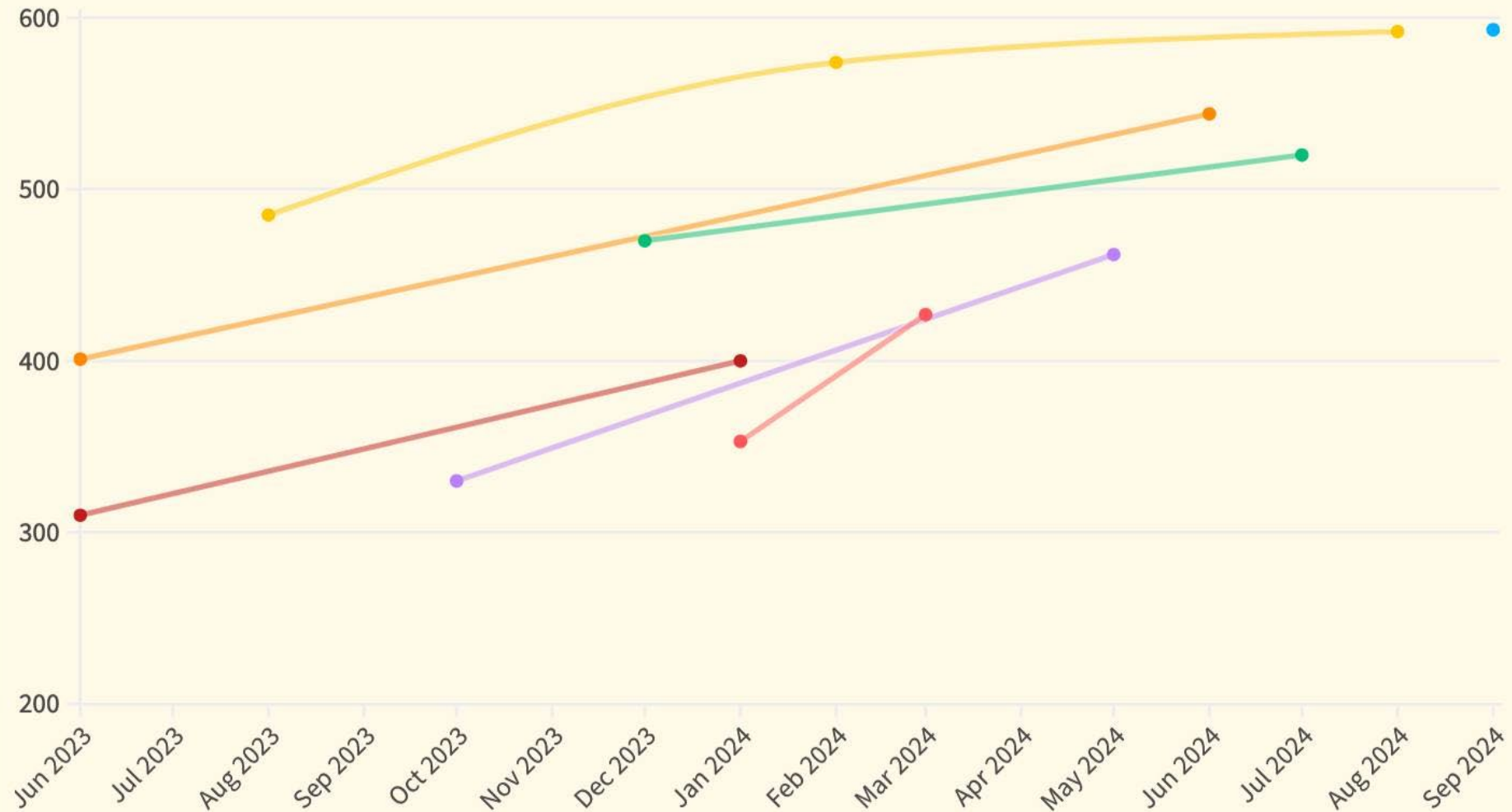
Source: Energy Institute, Fraunhofer, Carbon Brief analysis. Figure for 2024 is annualised based on year-to-date. Trend to 2030 is based on latest 10 years of data.

*Verso 600 GW di
nuova potenza
fotovoltaica
installata nel
mondo nel 2024*

Energy analysts keep increasing their forecasts for 2024 solar installations

Projected global solar capacity additions for 2024, by date and source, in gigawatts

IEA Solar Power Europe BNEF Rystad S&P Global Wood Mackenzie Ember



Source: [Ember](#)

CANARY MEDIA

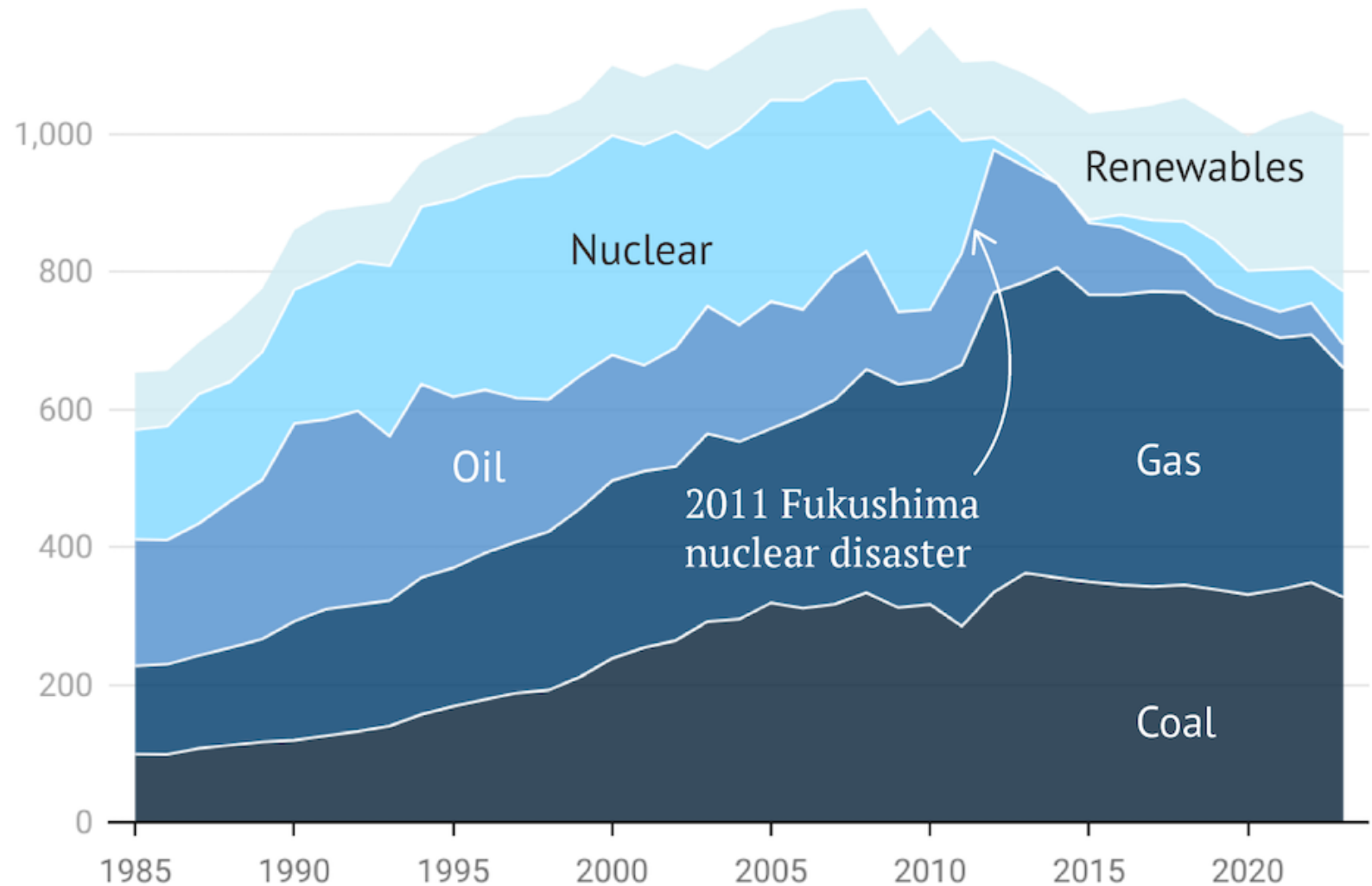
* A Flourish chart

30/09/24

A third of Japan's 33 nuclear reactors have resumed operation following the Fukushima nuclear disaster

Japanese electricity generation by source, TWh

"Mentre un tempo (il nucleare, ndr) era pubblicizzato principalmente come un modo per promuovere l'indipendenza energetica, è stato sempre più promosso come parte degli sforzi di decarbonizzazione".

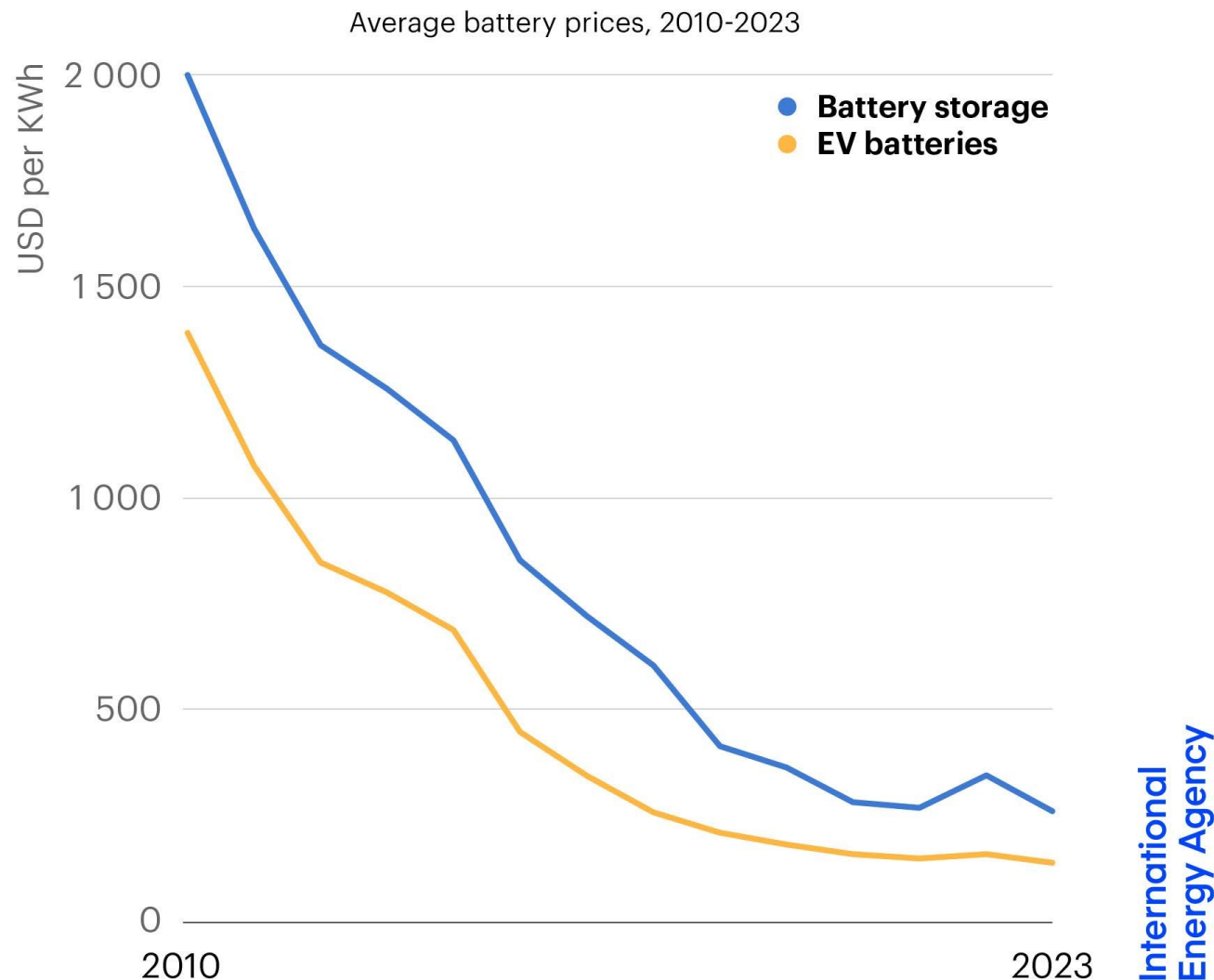


Source: Our World in Data, Nuclear Regulation Authority

"Dal 2010 i costi delle batterie sono diminuiti di oltre il 90%, offrendo l'opportunità di ridurre le emissioni nel trasporto stradale e nell'elettricità"

07/10/24

In less than 15 years, **battery costs have fallen by more than 90%**, one of the fastest declines ever seen in clean energy technologies



14/10/24

*International
Energy Agency*

Si prevede che la produzione globale di energia elettrica da fonti rinnovabili salirà a oltre 17.000 TWh entro il 2030, con un **aumento di quasi il 90% rispetto al 2023**. Questo sarebbe sufficiente per soddisfare la domanda combinata di energia di Cina e Stati Uniti nel 2030. Nei prossimi sei anni si prevede il raggiungimento di diversi traguardi nel settore delle energie rinnovabili:

- 2024: il solare fotovoltaico e la produzione eolica supereranno insieme la produzione di energia idroelettrica.
- 2025: la produzione di energia elettrica basata sulle energie rinnovabili supererà quella a carbone.
- 2026: la produzione di energia eolica e solare supererà quella nucleare.
- 2027: la produzione di energia solare fotovoltaica supererà quella eolica.
- 2029: la produzione di energia solare fotovoltaica supererà l'energia idroelettrica e diventerà la principale fonte di energia rinnovabile.
- 2030: la produzione eolica supererà l'energia idroelettrica.

Nel 2030 le fonti di energia rinnovabile saranno utilizzate per il 46% della produzione globale di elettricità, con l'eolico e il solare fotovoltaico che insieme rappresentano il 30%.

**Renewables
2024**

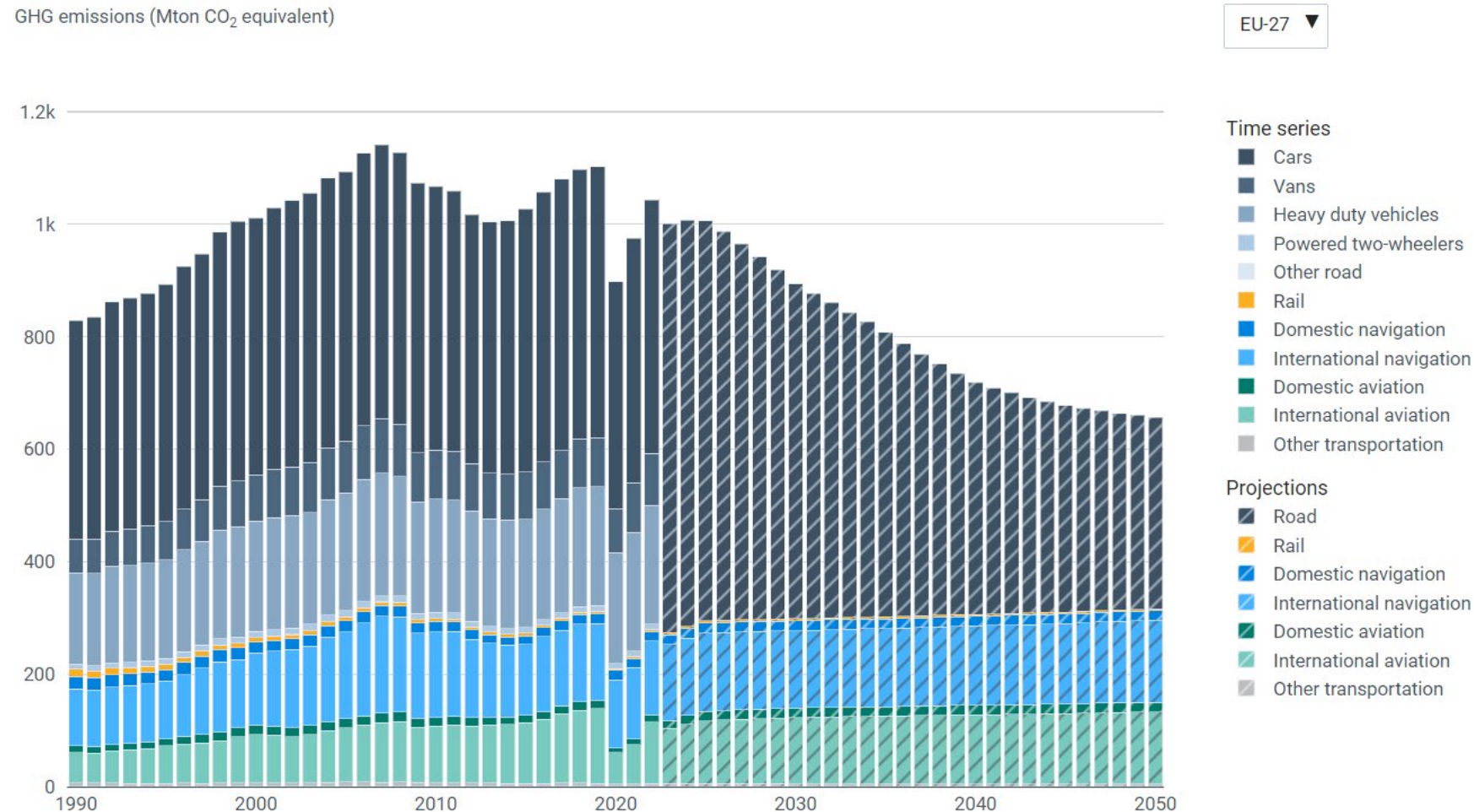
Analysis and forecast to 2030



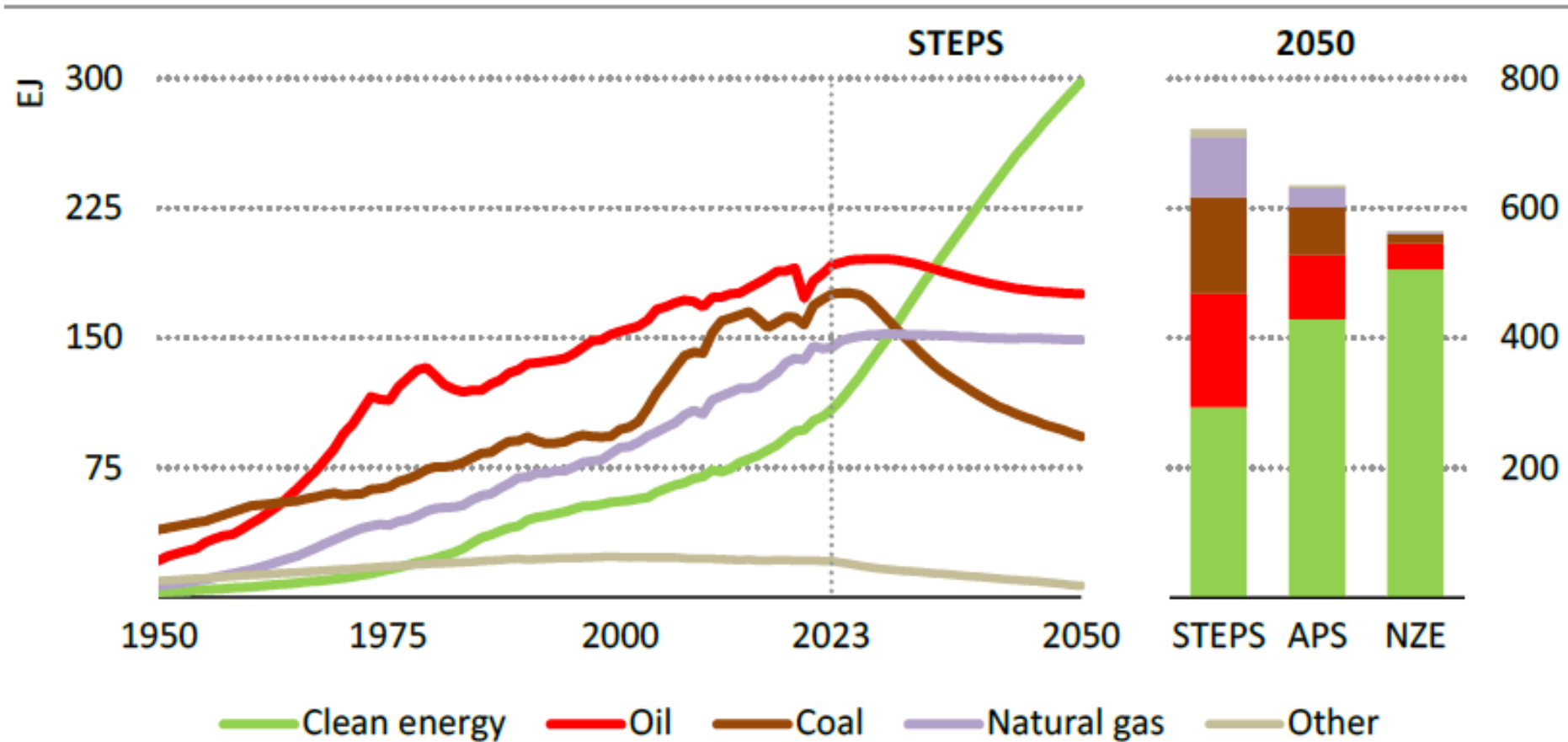
International
Energy Agency

Con le politiche attuali e previste negli Stati membri dell'UE, si prevede che le emissioni di gas serra prodotte dai trasporti diminuiranno del 14% nel 2030 e del 37% nel 2050, rispetto al 2022

14/10/24



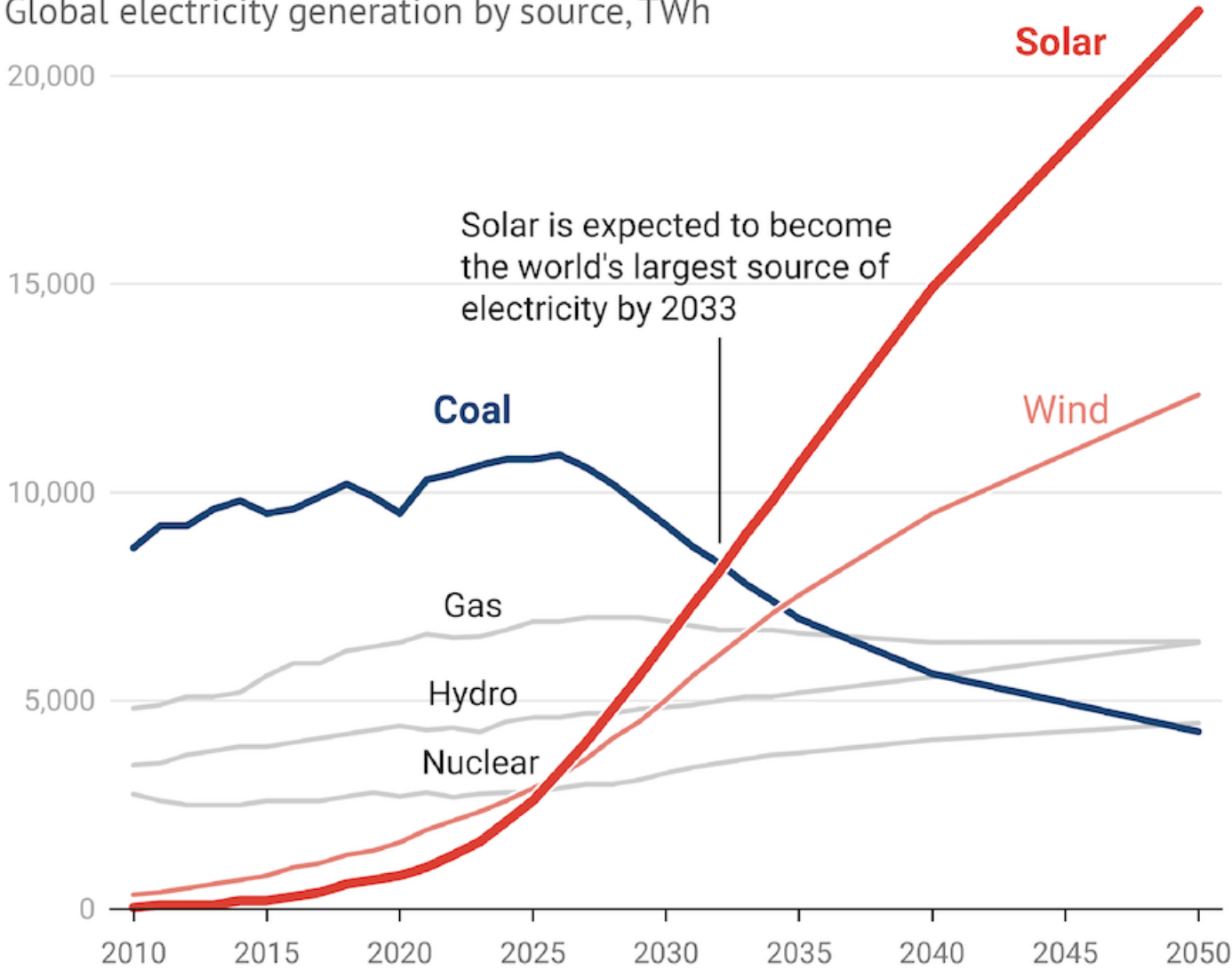
Fonte: Sustainability of Europe's mobility systems. European Environmental Agency, Ottobre 2024

Figure 1.1 ▶ Global energy mix by scenario to 2050

Nello scenario delle politiche dichiarate (STEPS), la diffusione dell'energia pulita accelera con il rallentamento del ritmo di crescita della domanda complessiva di energia, portando a un picco di tutti e tre i combustibili fossili prima del 2030. La crescente riduzione della domanda di carbone significa che entro il 2030 sarà superato dal gas naturale nel mix energetico globale. Tra il 2023 e il 2035 l'energia pulita cresce più della domanda totale di energia. Guidata dall'aumento del solare fotovoltaico (PV) e dell'energia eolica, l'energia pulita diventerà la principale fonte di energia a metà degli anni 2030.

Solar generation is set to quadruple by 2030, sending coal power tumbling

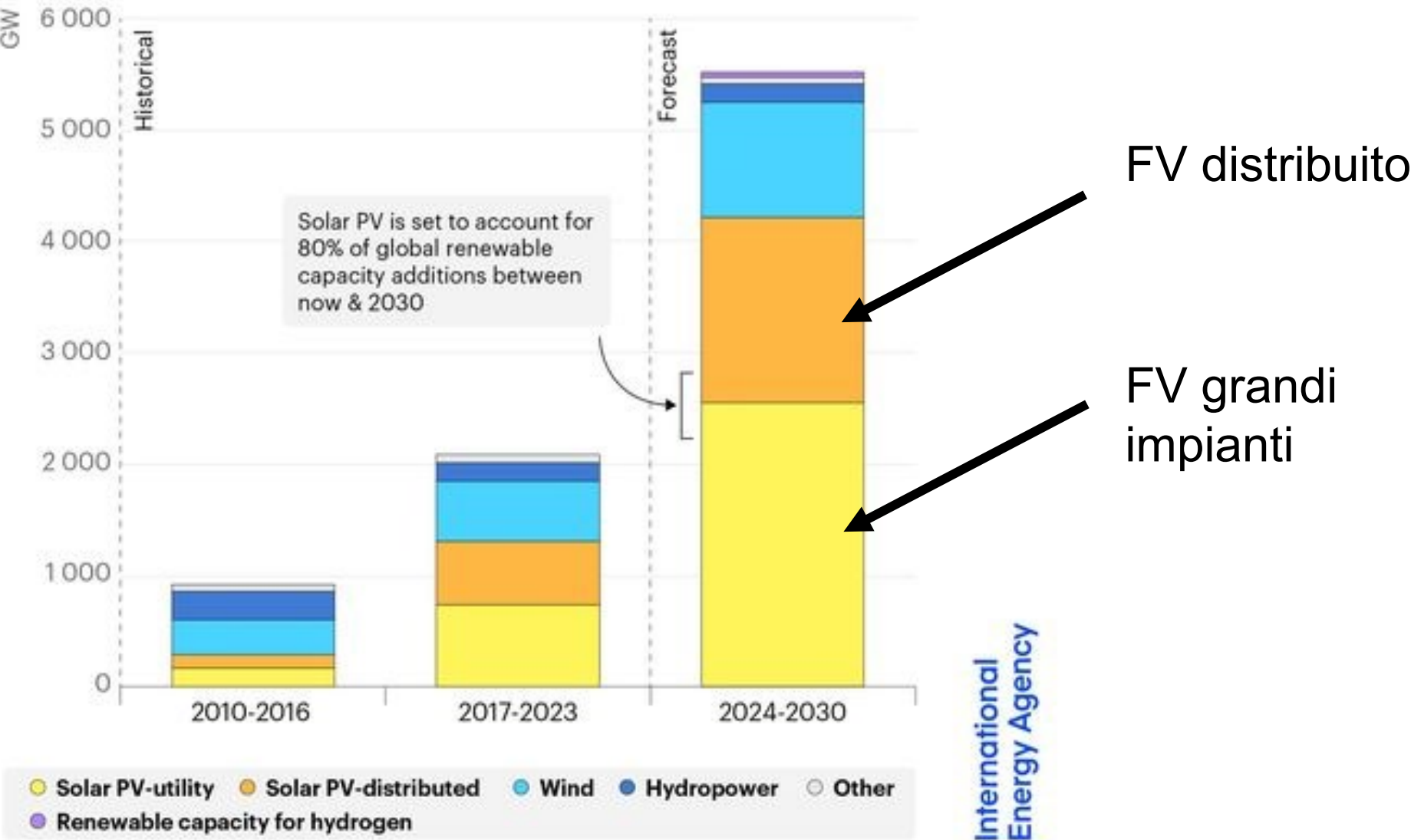
Global electricity generation by source, TWh



Source: World Energy Outlook 2024

Solar PV is set to dominate renewables' expansion between now & 2030

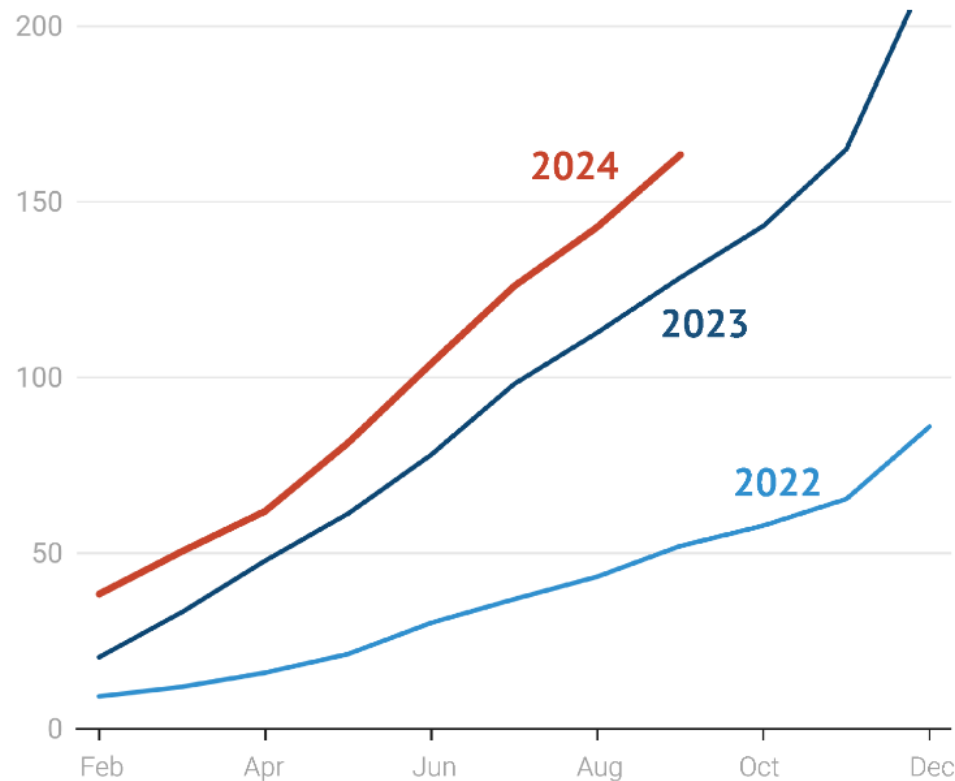
Renewable capacity growth by technology, historical data & main case forecast



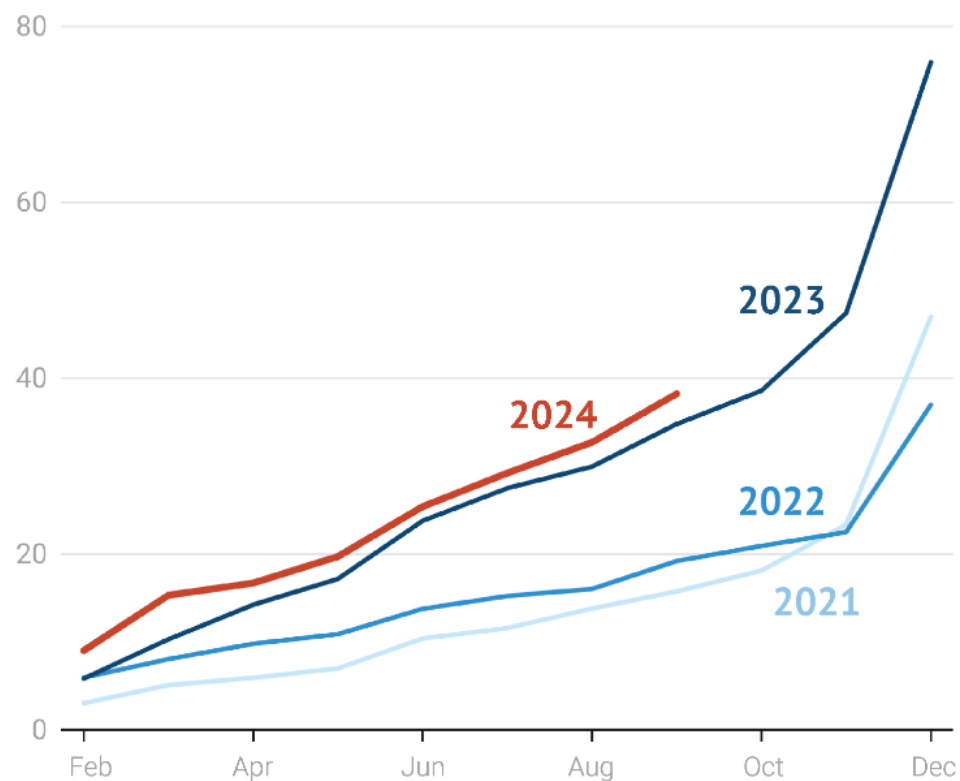
China's wind and solar growth continues to break records in 2024

Cumulative new capacity per year, GW

Solar



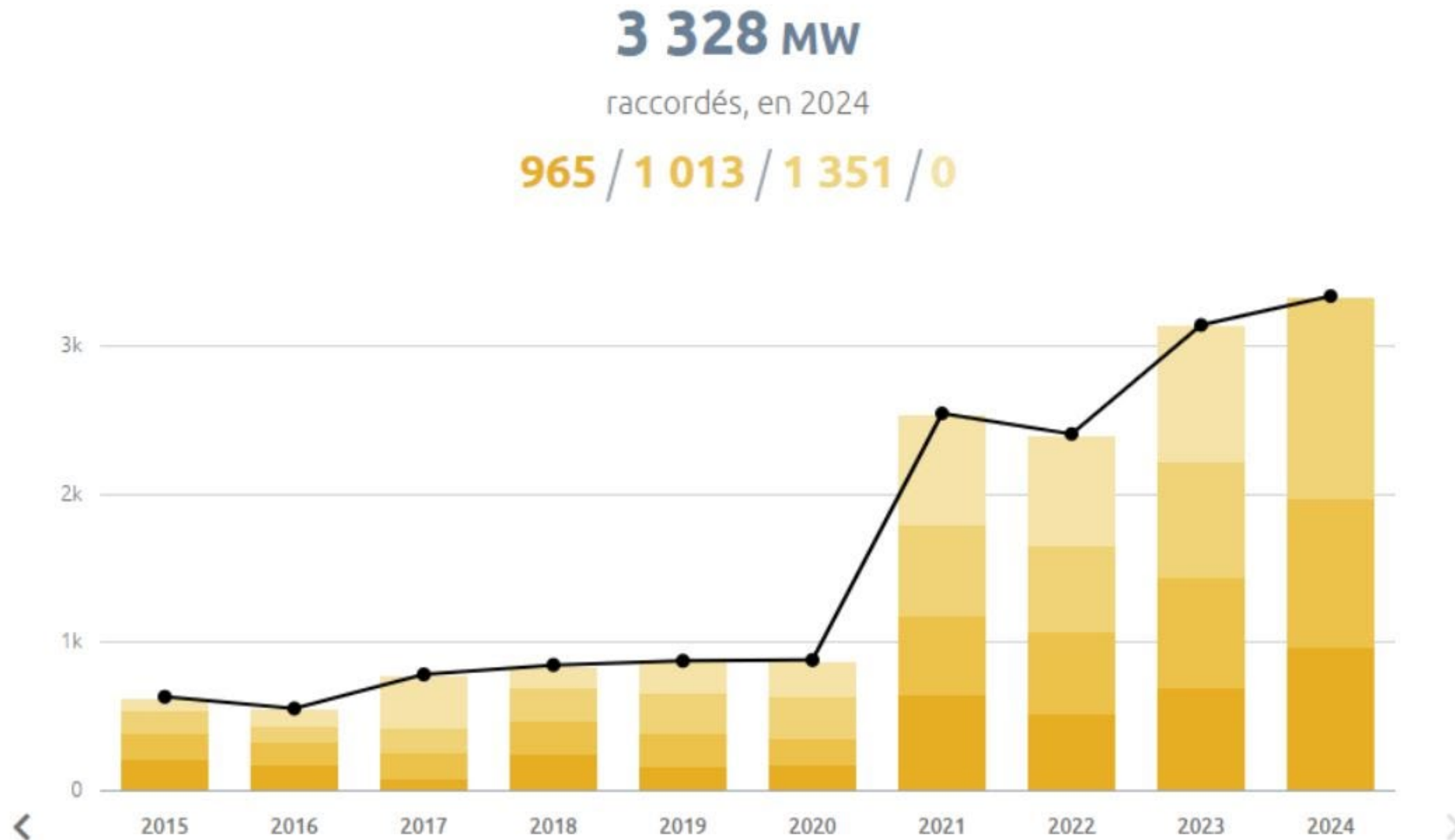
Wind



Source: National Energy Administration.

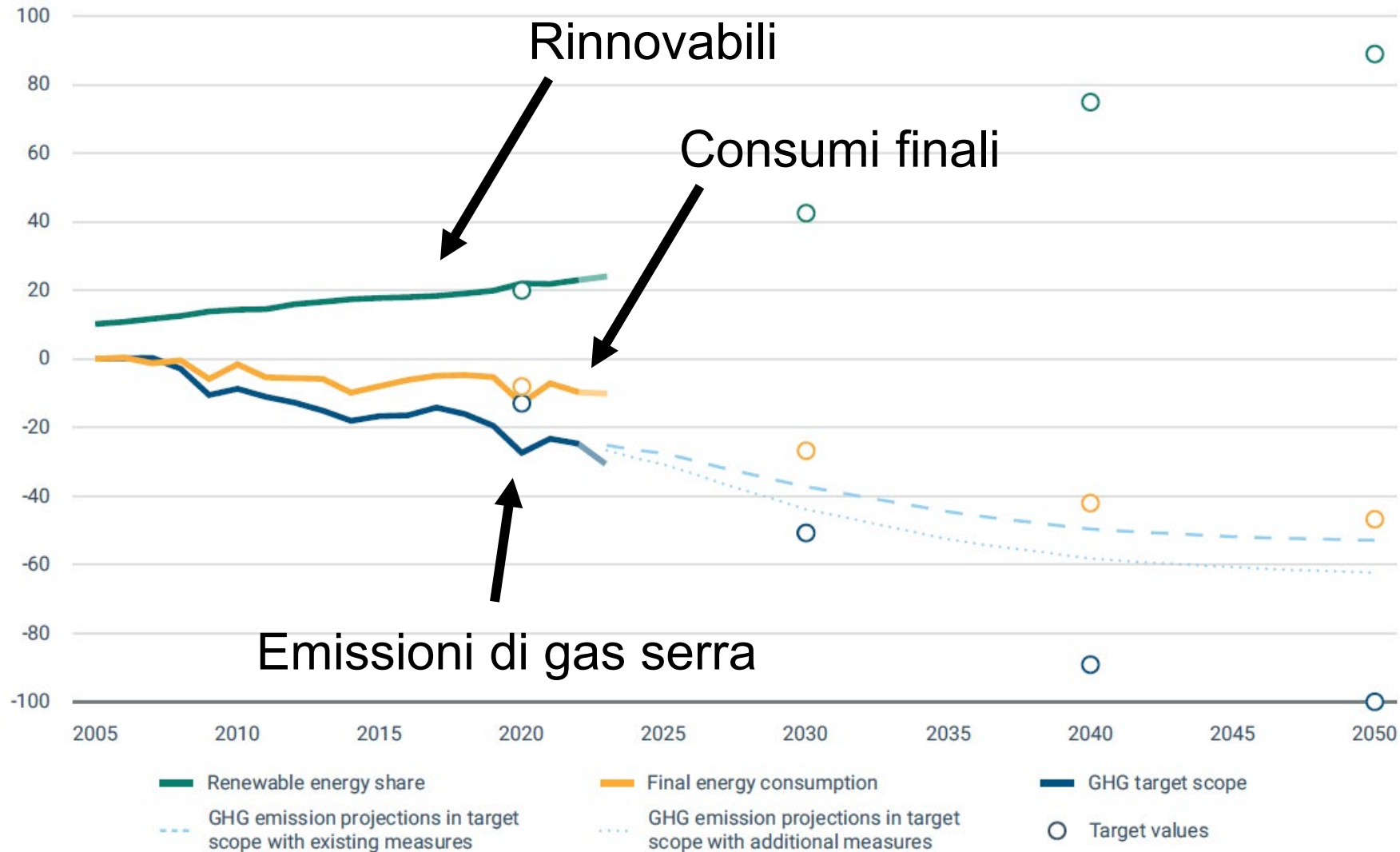
CarbonBrief
CLEAR ON CLIMATE

“Le emissioni della Cina sono rimaste invariate nel terzo trimestre dell'anno, lasciando aperta la possibilità che inizino a diminuire già nel 2024”



La Francia ha installato circa 3,32 GW di nuovi impianti fotovoltaici nei primi nove mesi del 2024.

Percentage change compared to 2005



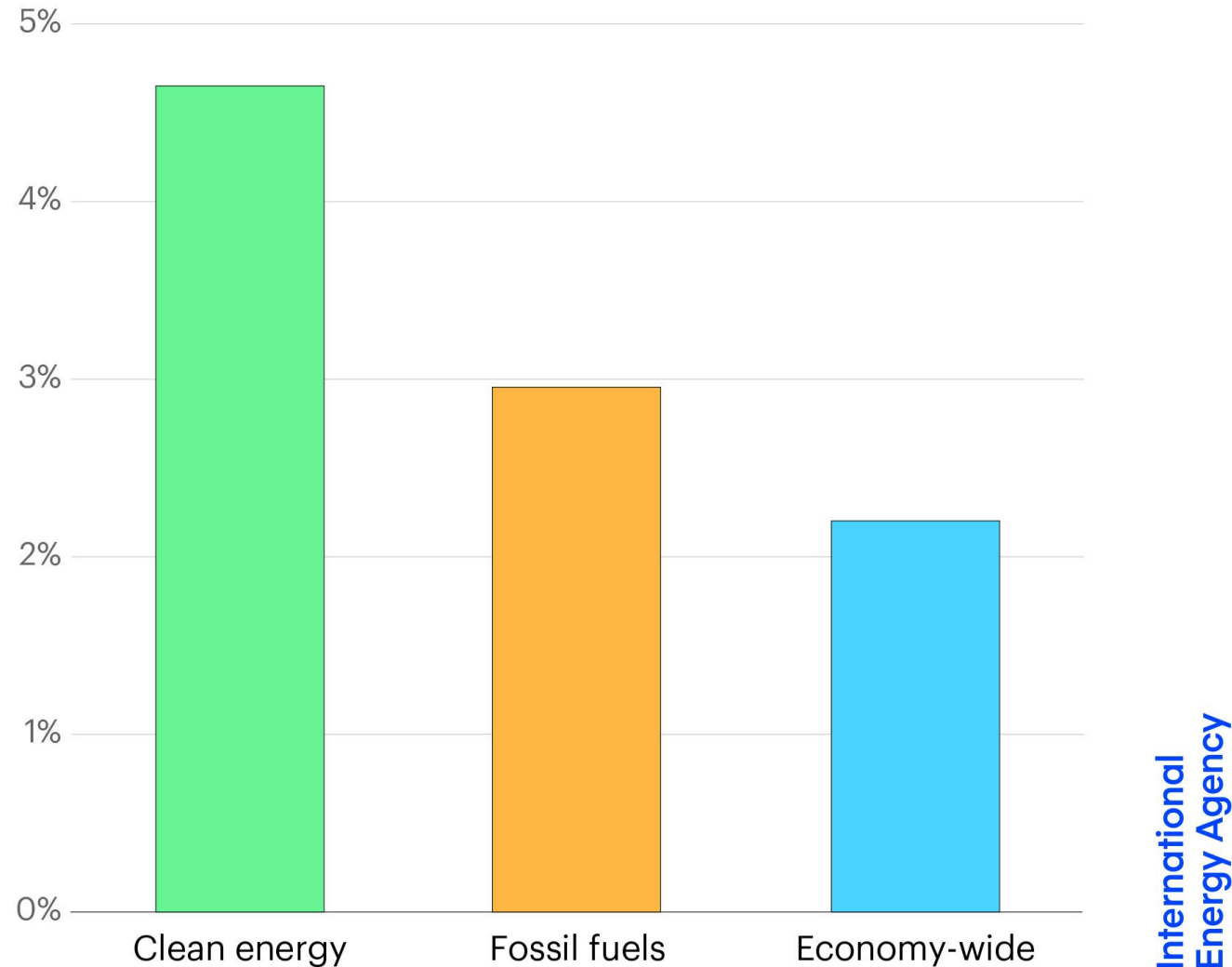
Risultati raggiunti dall'EU nel 2020 e progressi verso il 2030 e 2050 rispetto agli obiettivi climatici ed energetici (EEA, Trends and projections in Europe 2024)



Riduzioni delle emissioni di gas serra dell'UE nei vari settori: 2022 vs 2023 (EEA, Trends and projections in Europe 2024)

Energy employment continued rising last year, outpacing job growth in the wider economy

Global employment growth, 2022-2023



Il tasso di occupazione nel settore delle energie pulite ha superato quello dei combustibili fossili

I posti di lavoro nel settore dell'energia pulita sono aumentati di 1,5 milioni nel 2023 e hanno contribuito fino al 10% alla crescita dell'occupazione in tutta l'economia nei principali mercati delle tecnologie energetiche pulite.

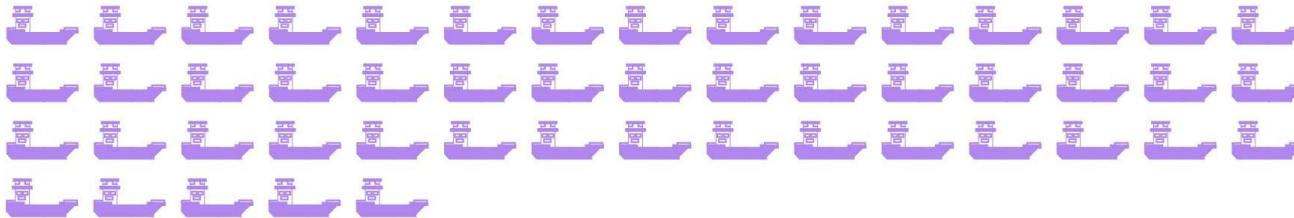
È pertanto fondamentale investire maggiormente nelle competenze e nella formazione.

A single journey by **1 large container ship of solar PV modules** can provide the means to generate as much electricity as the gas on over **50 large LNG tankers** or the coal on over **100 large ships**

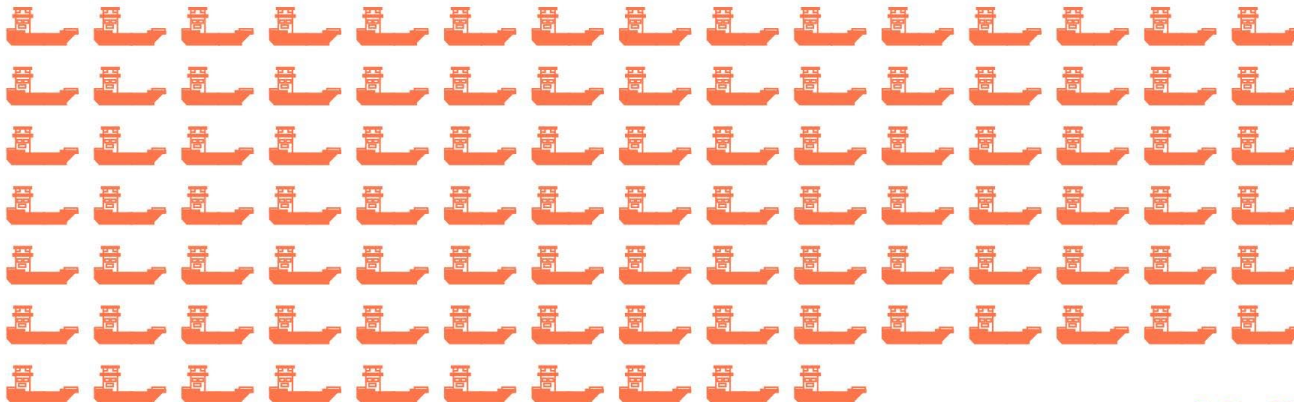
Solar PV



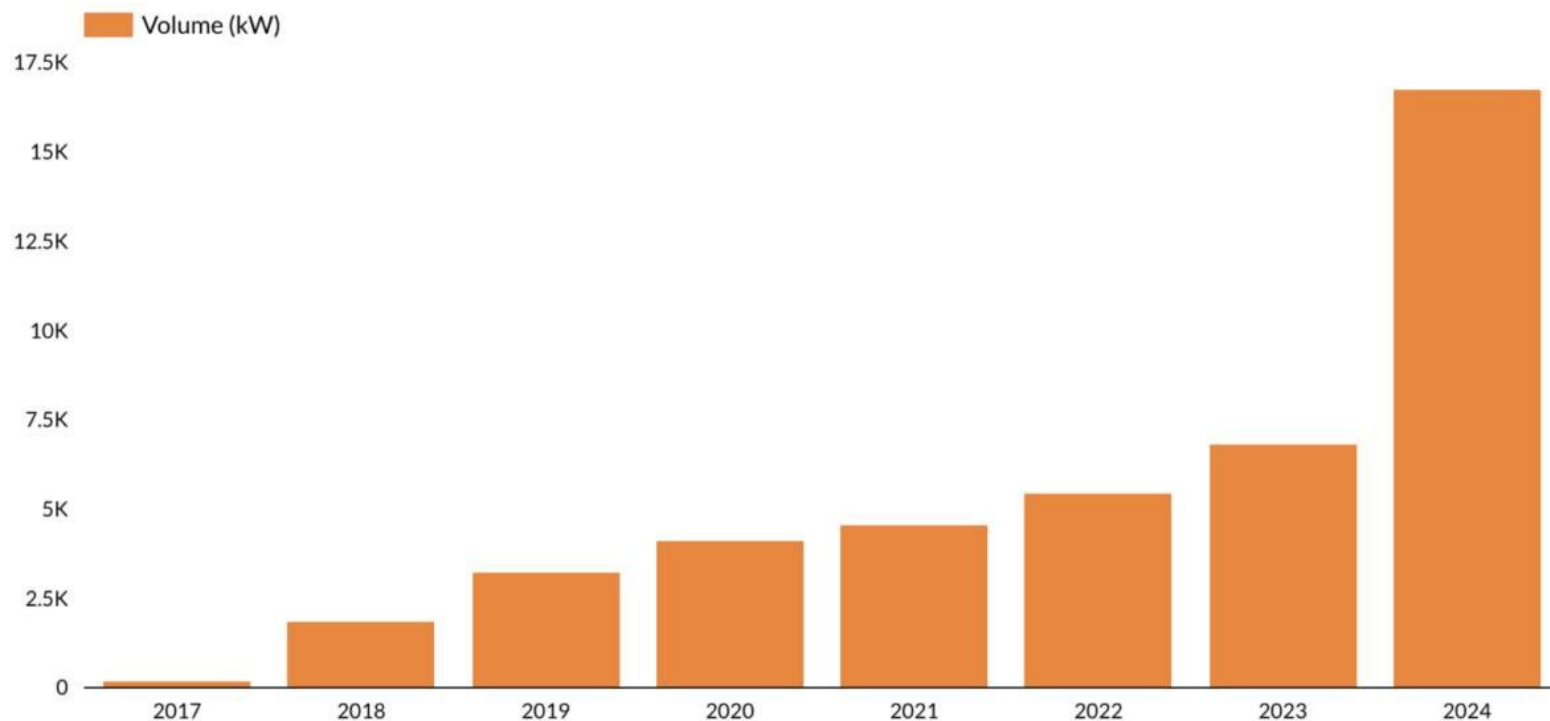
LNG



Coal

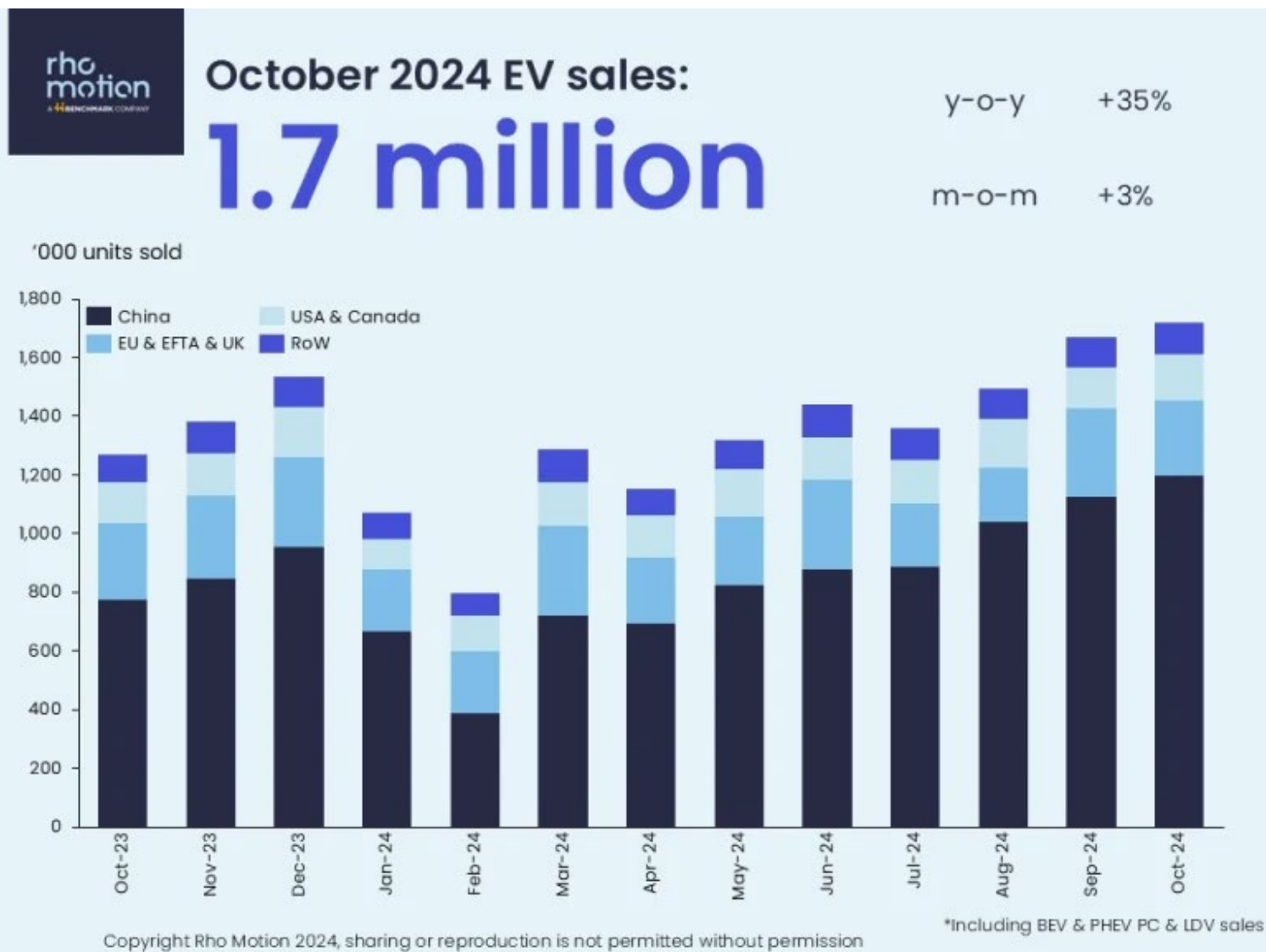


Fotovoltaico in Australia



L'Australia all'inizio di novembre 2024 ha raggiunto quattro milioni di installazioni solari sui tetti in tutto il paese. Una casa australiana su tre ha ora il fotovoltaico sul tetto e la nazione è sulla buona strada verso l'aggiunta di 3,15 GW di nuova capacità quest'anno, portando il totale cumulato oltre i 25 GW.

Vendite di veicoli elettrici



Vendite di veicoli elettrici nel periodo gennaio-ottobre 2024 rispetto a gennaio-ottobre 2023

Cina: 8,4 milioni, +38%

UE, EFTA e UK: 2,5 milioni, -3%

USA e Canada: 1,4 milioni, +9%

Resto del mondo: 1 milione, +27%

Globale: 13,3 milioni, +24%

Sessione mattutina, Moderatore: M. Grosso

- 10.00 Gianluca Lentini (Poliedra), "Riscaldamento globale antropogenico: le principali tappe nella storia della scienza"
- 10.25 Anna Pirani (CMCC): "Le proiezioni sul clima nel sesto rapporto IPCC, con focus su temperature, piogge estreme, livello del mare e tipping point"
- 10.50 Giacomo Grassi (JRC), "Il ruolo cruciale ma ambiguo delle foreste negli scenari net-zero"
- 11.15 Giorgio Vacchiano (Unimi), "Crediti di Carbonio forestali, tra opportunità e rischi di greenwashing"
- 11.40 Marina Vitullo (ISPRA), "Il ruolo del settore Afolu (agricoltura ed altri usi del suolo) nella sfida della neutralità climatica"
- 12.05 Veronica Aneris (European Climate Foundation) "Strategie di decarbonizzazione nel settore dei trasporti"
- 12.30 Stefano Caserini (UniPr): "La rimozione di CO₂ dall'atmosfera: necessità, fattibilità e scenari"
- 13.00 Light lunch

Sessione pomeridiana, Moderatore: M. Motta (Polimi)

14.15 M. Motta (Polimi) Introduzione

14.30 Federica Fricano (MASE) “Quadro degli scenari internazionali a valle della COP 29”

14.55 Massimo Tavoni (Polimi) “Scenari globali di decarbonizzazione”

15.20 Emanuele Peschi (ISPRA) “Scenari emissivi per l'Italia. Quanto siamo lontani dagli obiettivi di riduzione delle emissioni”

15.45 Michele Benini (RSE) “Quali strategie per raggiungere la decarbonizzazione spinta?”

16.10 Eleonora Perotto, Giulia Cavenago (Polimi) “Il piano di mitigazione del Politecnico di Milano: elementi di contesto, aspetti metodologici e possibili scenari”

20 minuti di intervento + 5 minuti di Q&A



Anthropogenic Global Warming: the main milestones in the history of science

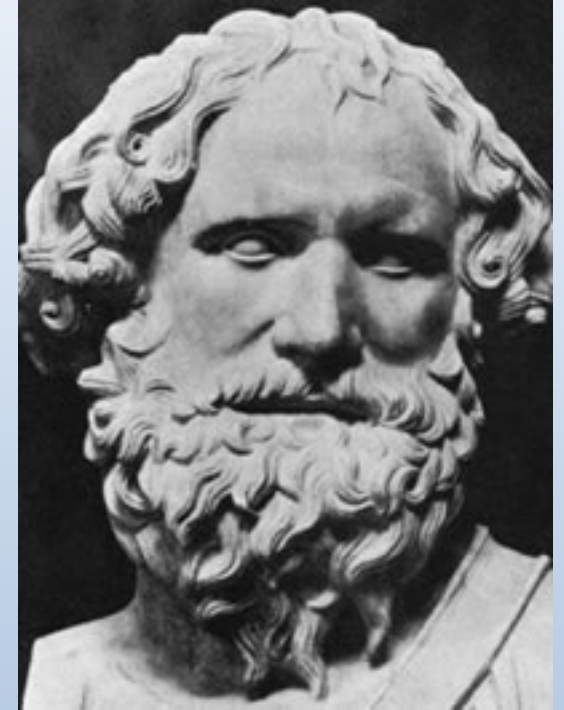
Gianluca Lentini

**Scenari climatici tra decarbonizzazione spinta e punti di
non ritorno**

Politecnico di Milano, 2 dicembre 2024

Outline of the presentation

- ✓ The **main milestones in the history of science** of our current knowledge and consensus on **anthropogenic global warming** will be presented.
- ✓ The milestones will be presented in **chronological order**, and from the more general to the more specific aspects.
- ✓ All milestones presented here have a **vastly wider background** that can not be adequately covered today. We invite you all to **discover more** on each of them, and beyond.



*Eratosthenes of
Cyrene uses 'klima'
in his Geography in
III century BCE*

Joseph Fourier and heat through a medium

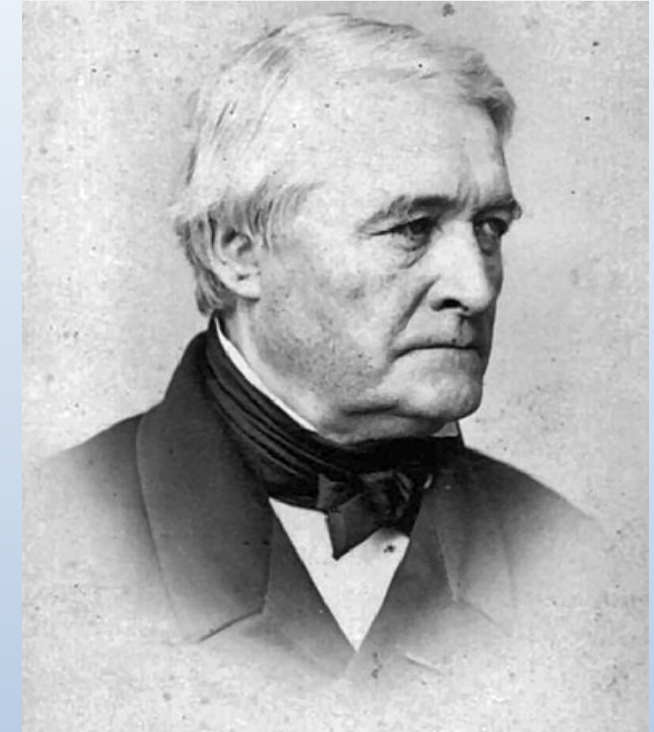
- ✓ In his *Analytical Theory of Heat* (1822) Fourier introduces what he believes to be the fundamental elements of a mathematical theory to describe the **propagation of heat**. In particular, he develops mathematical methods to study the propagation of heat in fluids, in solids, and **through a diathermic medium, such as the atmosphere**.
- ✓ At the time, 'heat' was conceptualised as a **fluid**, for propagation of which Fourier developed the series and transforms that take his name (for periodic and non-periodic functions).
- ✓ Fourier was the first to set himself the goal of studying the propagation of **heat in closed environments**, such as 'hospitals, barracks, *greenhouses*'.



Jean-Baptiste Joseph Fourier

Claude Pouillet: heat through the atmosphere

- ✓ In his *Memoir on Solar Heat, on the Radiating and Absorbing Power of Atmospheric Air, and on the Temperature of Space* (1836-38), Pouillet introduces two key concepts: 1) the **unequal absorption coefficients of air**, b and b' ; 2) the **thermal equilibrium** of the atmosphere as a whole.
- ✓ In a globe surrounded by a diathermic envelope, b and b' are, respectively, the '**absorption power that the air exerts on the heat emitted by the surroundings**' and '**the absorption power that the air exerts on the heat emitted by the globe**'. Different 'heats', one visible and one 'dark', different absorptions.
- ✓ On the mathematical basis developed by Poisson, Pouillet develops a **system of equations** which, using the coefficients b and b' , **determine the equilibrium temperatures** on the ground, in the atmosphere, and at the top of the atmosphere.



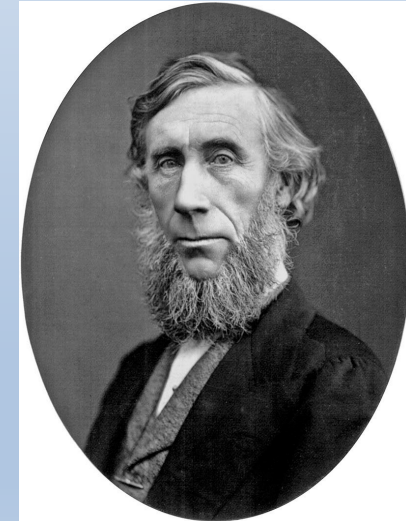
*Claude Servais Mathias
Pouillet*

Eunice Newton Foote and John Tyndall: enters carbon dioxide

- ✓ In 1856 Eunice Newton Foote publishes *Circumstances which influence the heat of the Sun's rays*. In her work, Newton Foote describes an experiment investigating the **unequal heating** of a tube filled with **air** compared to one filled with **carbon dioxide**. "*The greatest effect I find in the tube filled with carbonic acid, which heats **very sensibly more** than that filled with air*".
- ✓ In his *Bakerian Lecture* of 1861, John Tyndall describes his experiments with different gases and different "types of heat", visible and "dark". He states that **altering the composition of specific gases** in the atmosphere, such as through human activities, would **change global temperatures**.



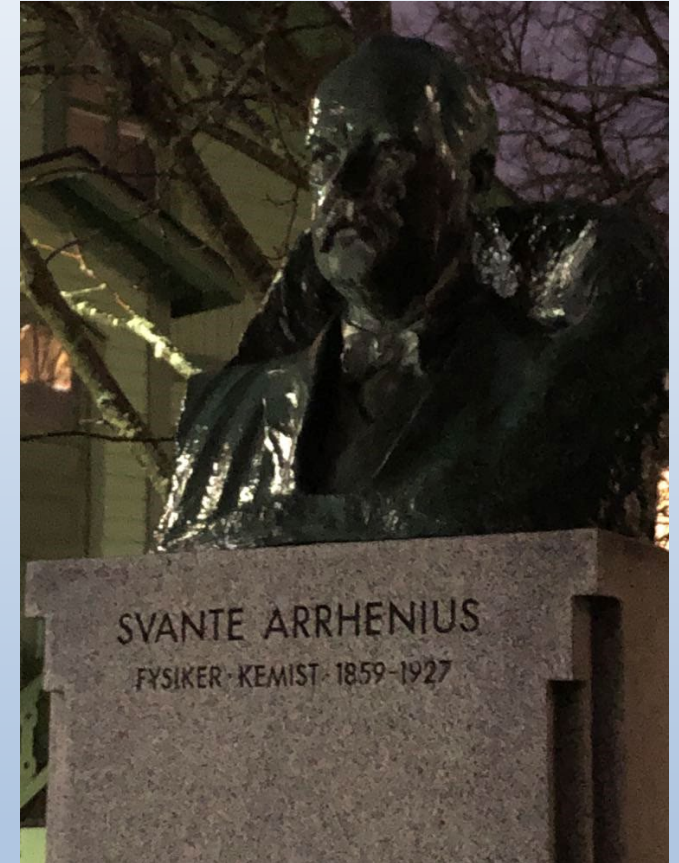
Eunice Newton Foote



John Tyndall

Svante Arrhenius and the Stockholm Högskola: Anthropogenic Carbon Dioxide-induced Warming

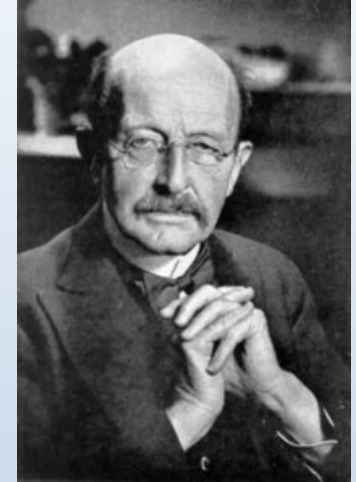
- ✓ Svante Arrhenius wrote, in 1896, *On the Influence of Carbonic Acid in the Air on Ground Temperatures*, in which he quantifies the effect of **(anthropogenic) atmospheric CO₂** on the increase in surface temperatures. Arrhenius also studies in detail the feedbacks between atmospheric water and carbon dioxide, and the positive feedback processes between the two. Small changes lead to significant increases.
- ✓ **Arvid Högbom** had included **human activities** among the **geological processes capable of influencing the climate** at the Stockholm Hogskola in 1894 in his lecture *The Greenhouse Process in Nature*.
- ✓ **Positive view** of anthropogenic global warming: *warmer climates* and *fairer skies* for Scandinavia.



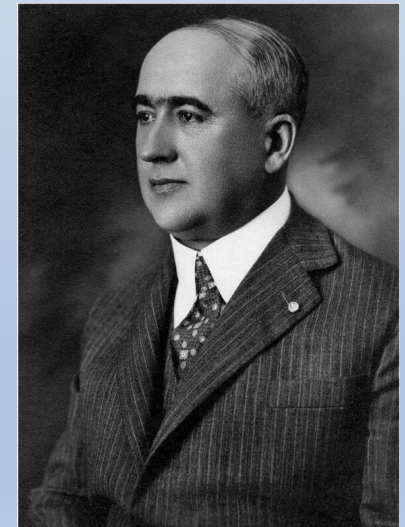
*Svante Arrhenius at the
Arrhenius Laboratories in
Stockholm*

Planck spectra and Milanković orbits

- ✓ Max Planck and the **blackbody radiation**: In 1900 Planck drafts his law on the **absorption and emission spectra** of a body at different equilibrium temperatures. The absorption spectrum of **CO₂** shows a **significant absorption range** for **infrared** radiation ("dark" heat from the ground, **b'**). At higher temperatures, CO₂ absorbs more easily even **a little further beyond the IR-window**, whose shutters widen -> small increments, large effects.
- ✓ Milutin Milanković and climate change due to **orbital motions** (1912-1913). Milanković develops a mathematical theory of planetary climates connected to orbital motions, in the present and in the future and helps to distinguish **astronomical causes from those internal to the planet**.



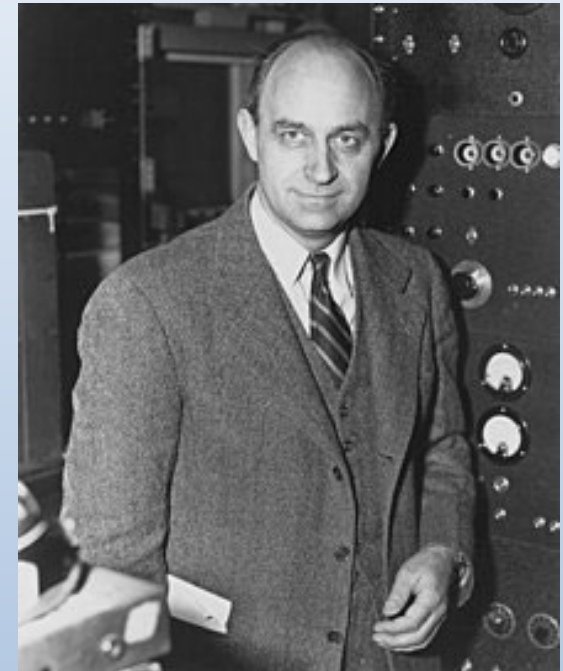
Max Planck



Milutin Milanković

The Fermi Resonance: Molecular (and quantum) aspects of the Greenhouse Effect

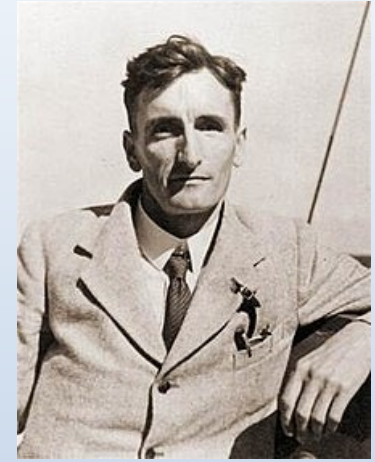
- ✓ Enrico Fermi develops its namesake resonance in 1931: the Fermi resonance is the **shifting of the energies and intensities of absorption bands** in an infrared spectrum.
- ✓ Two **vibrational modes** of the O atoms in the CO₂ molecule resonate and amplify the absorption effect. That makes the CO₂ molecule particularly capable of **absorbing energy from infrared radiation** coming from the ground, **without saturating**.
- ✓ This counters the so called **Ångström objection** (by Knut Ångström), that proposed that CO₂ would saturate quickly, with no visible effect on temperatures.



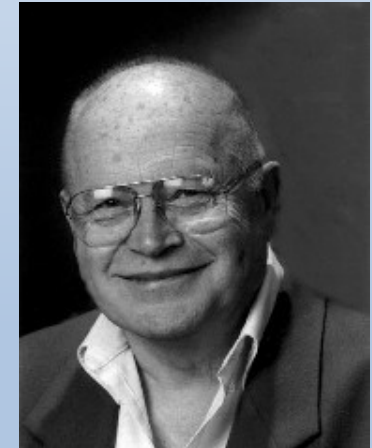
Enrico Fermi

Models: from Callendar to the von Neumann research group

- ✓ **Guy Callendar** publishes his *The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperatures* in 1938. In this paper, he quantifies the effect of ‘artificial’ (=anthropogenic) **CO₂ emissions** on temperatures and models the emission and temperature trends up to the XXII century -> the ‘Callendar effect’.
- ✓ In the 1950s, the research group of **John von Neumann** develops the first climate models, based on weather prediction models. **Norman Phillips** develops the first **GCM** (General Circulation Model) in 1956 at the US Weather Bureau.
- ✓ **AOGCM (Atmospheric and Oceanic Global Coupled Models)** are developed from the 1960s and become increasingly complex, and increasingly accurate, by including anthropogenic forcings (GHG emissions).

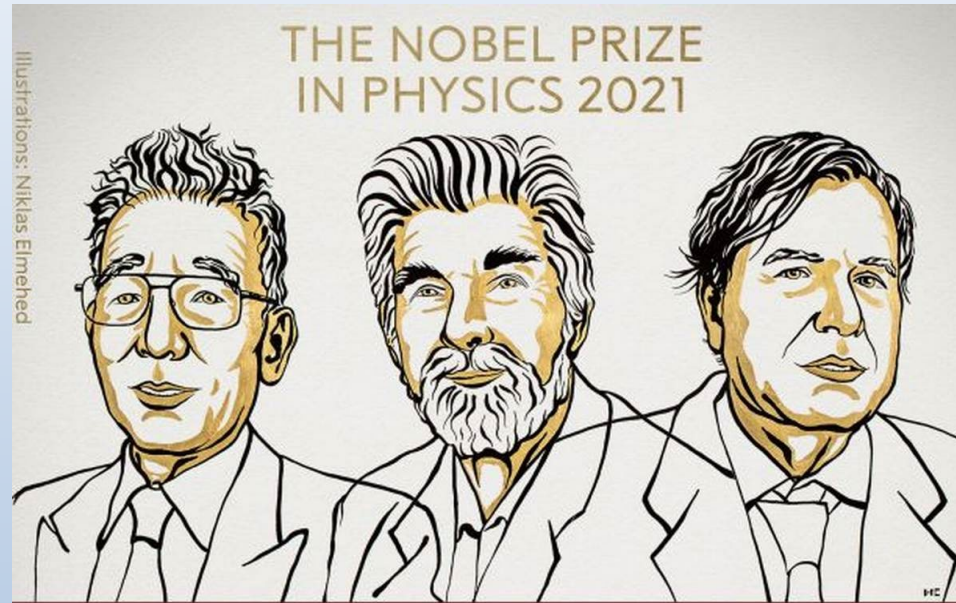


Guy Callendar



Norman Phillips

"But I'm only a climatologist" - Nobel Prize in Physics to Manabe, Hasselmann and Parisi, 2021



Syukuro Manabe, Klaus Hasselmann and Giorgio Parisi, Nobel Laureates in Physics in 2021
"for groundbreaking contributions to our understanding of complex physical systems" with one half jointly to Syukuro Manabe and Klaus Hasselmann ***"for the physical modelling of Earth's climate, quantifying variability and reliably predicting global warming"*** and the other half to Giorgio Parisi ***"for the discovery of the interplay of disorder and fluctuations in physical systems from atomic to planetary scales"***.

IPCC and the COP: climate change at the core of international policies (?)



James Hansen at the US Congress in 1988

The **UNFCCC**, the **IPCC** and the **COPs** are structured and organized from 1988 to 1992: climatology at the center of the global political and economic debate.

The **IPCC** collects in reports every 3-5 years the **sum of the climatological, physical, biological, geological knowledge that describes the status of the Earth's climate**. The **COPs** are organized every year to discuss strategies for adapting to and mitigating anthropogenic climate change.



Thank you for your attention

gianluca.lentini@polimi.it



Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

www.cmcc.it

Le proiezioni del cambiamento climatico

Estremi, il rialzamento del livello del mare,
tipping points e rischi complessi

Anna Pirani

Senior Scientist

Director, Programme on socio-economic futures

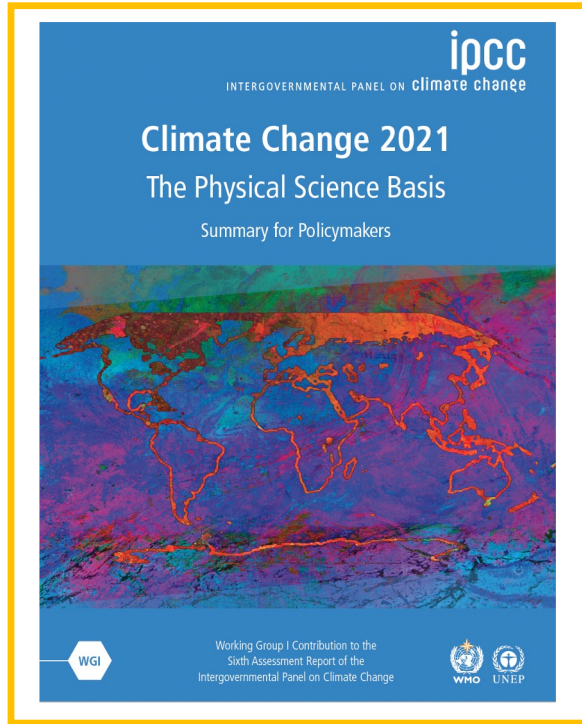
IPCC Focal Point, Italy

02 - dicembre – 2024

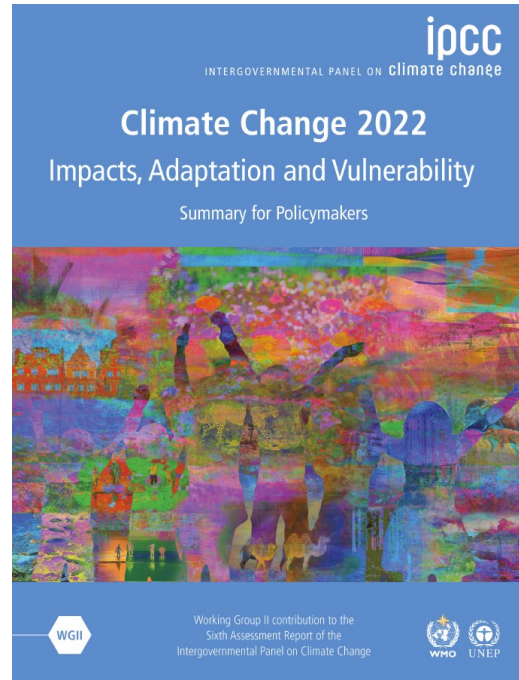
"Scenari climatici tra decarbonizzazione spinta e punti di non ritorno"

Politecnico di Milano

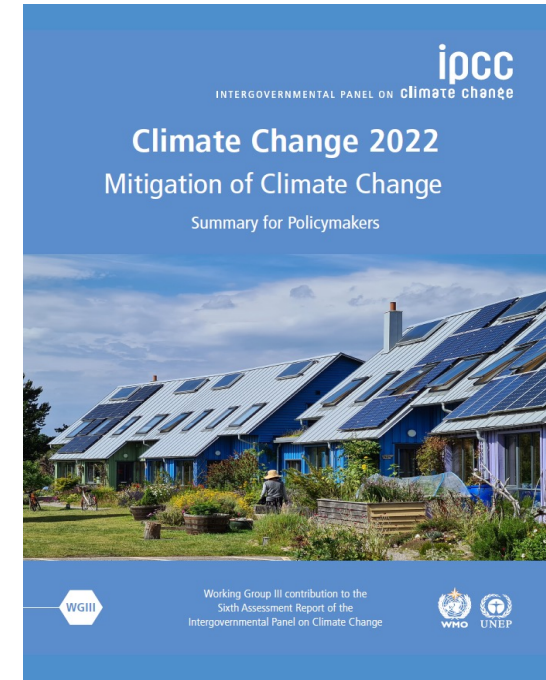
Il rapporto sul clima dell'IPCC



234 autori, 65 paesi
14,000+ articoli scientifici
78,000+ commenti di revisione

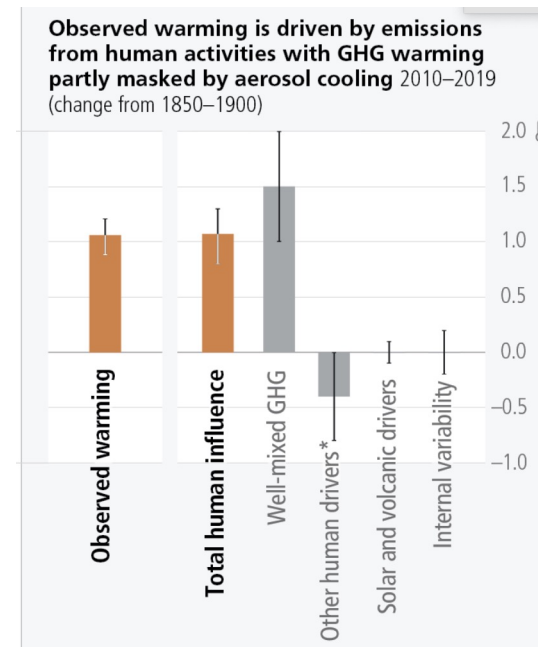
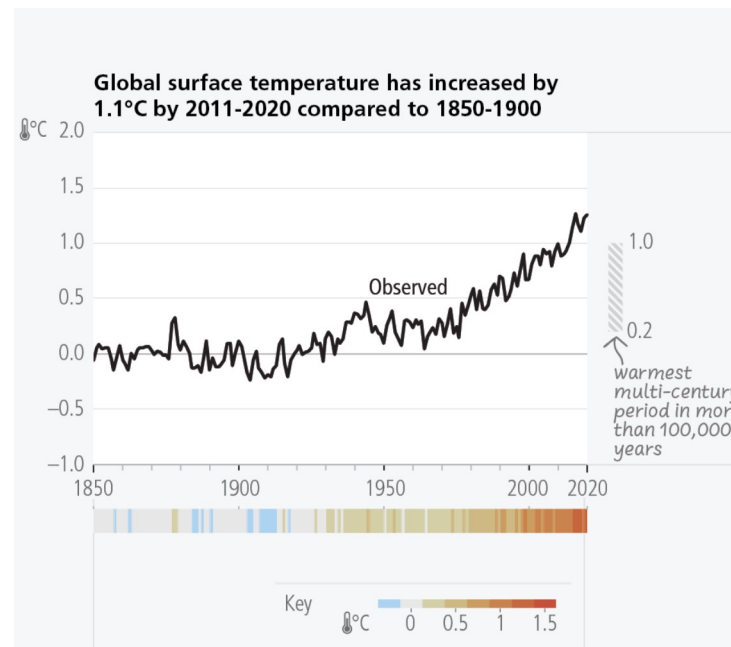
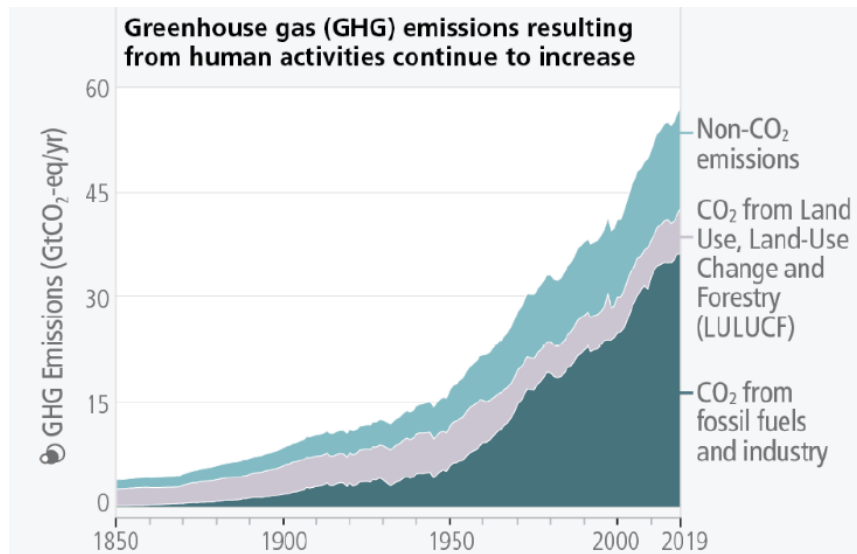


270 autori, 67 paesi
34,000+ articoli scientifici
62,000+ commenti di revisione



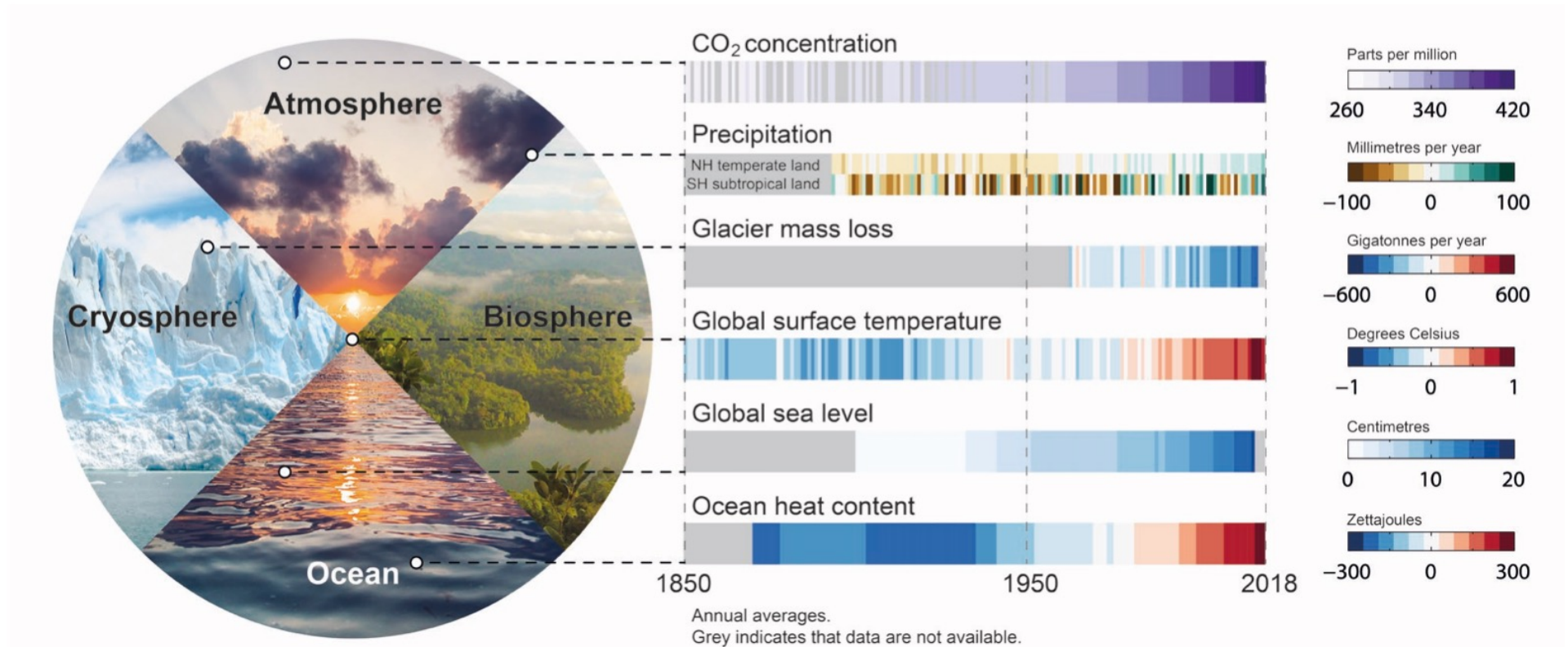
278 autori, 65 paesi
18,000+ articoli scientifici
59,000+ commenti di revisione

Le attività umane hanno inequivocabilmente causato il cambiamento climatico



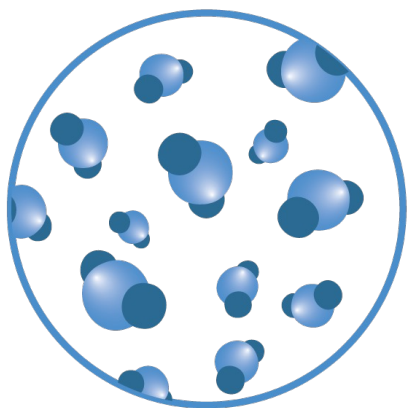
IPCC AR6 SYR Figure 2.1a, c, d

Cambiamenti diffusi e rapidi nell'atmosfera, nell'oceano, nella criosfera e nella biosfera



IPCC AR6 WGI Figure 1.4

CO₂
concentrazione



Massimo

in almeno

2 milioni di anni

Livello del mare
innalzamento



Tasso più alto

in almeno

3000 anni

Ghiaccio
marino Artico
area



Livello più

basso

in almeno

1000 anni

Ghiacciai
ritiro



Senza

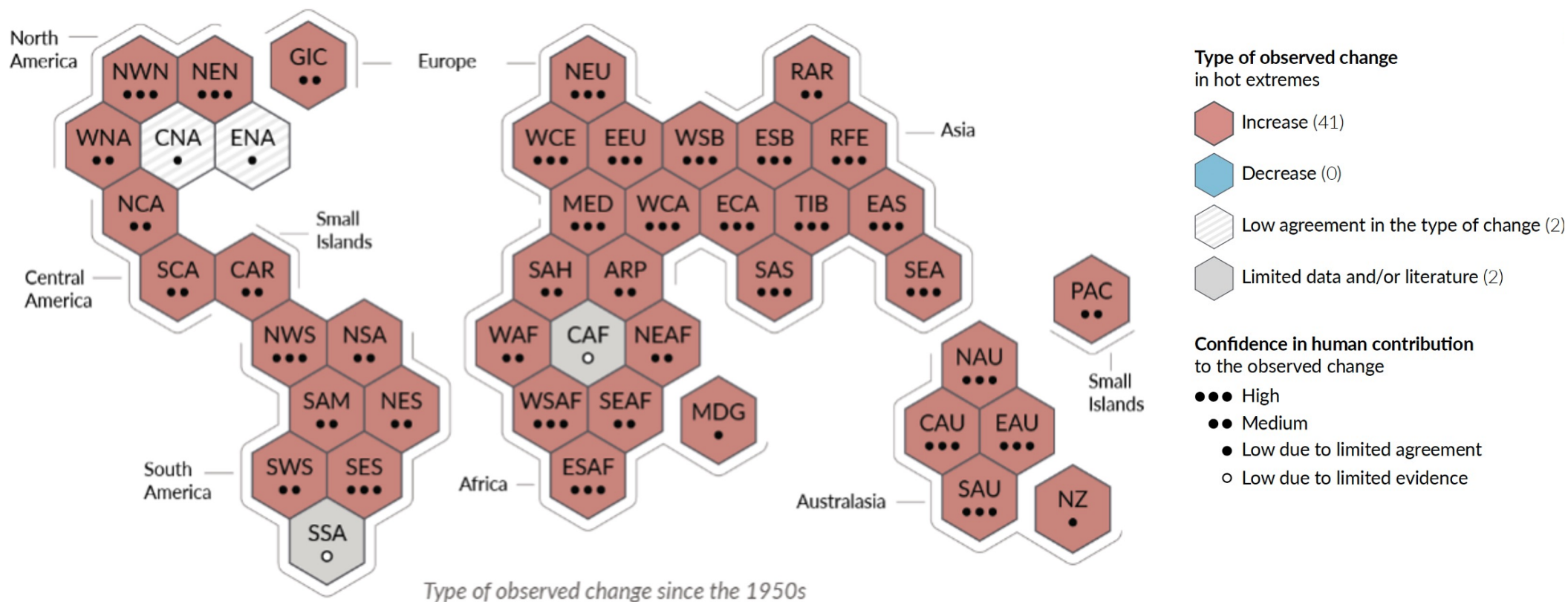
precedenti

in almeno

2000 anni

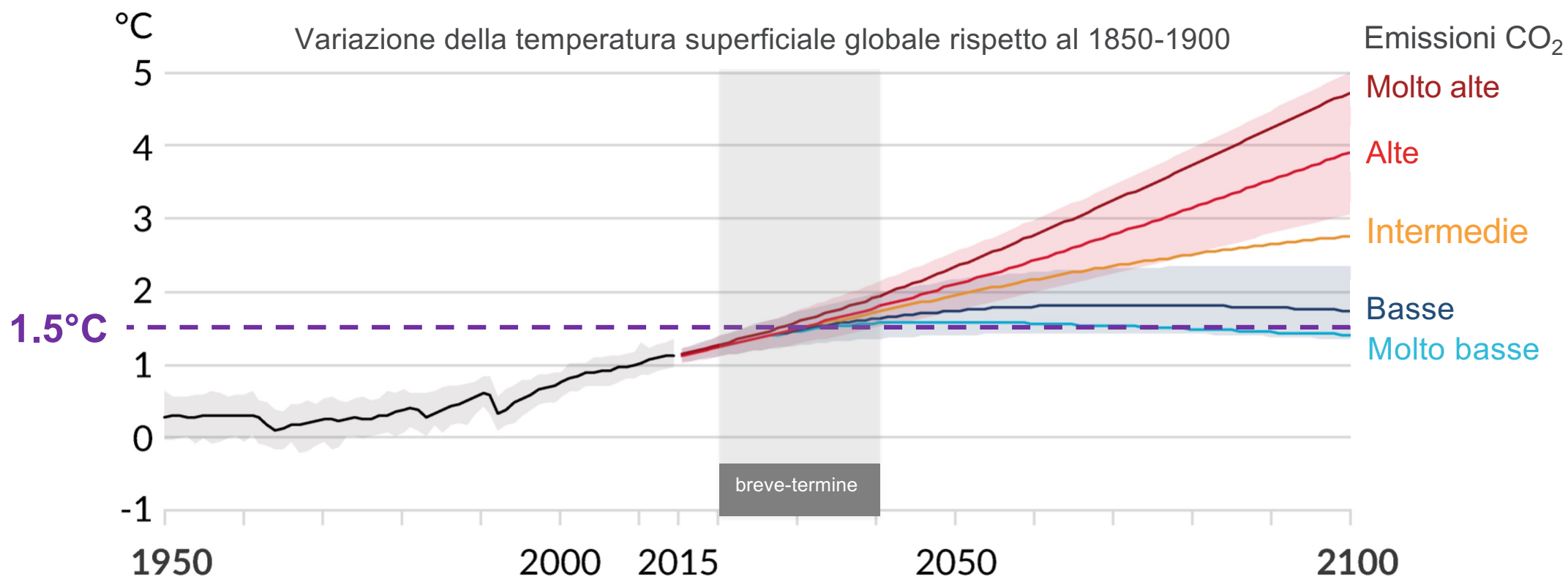
Il cambiamento climatico sta già influenzando eventi estremi in ogni regione della Terra

Estremi caldi



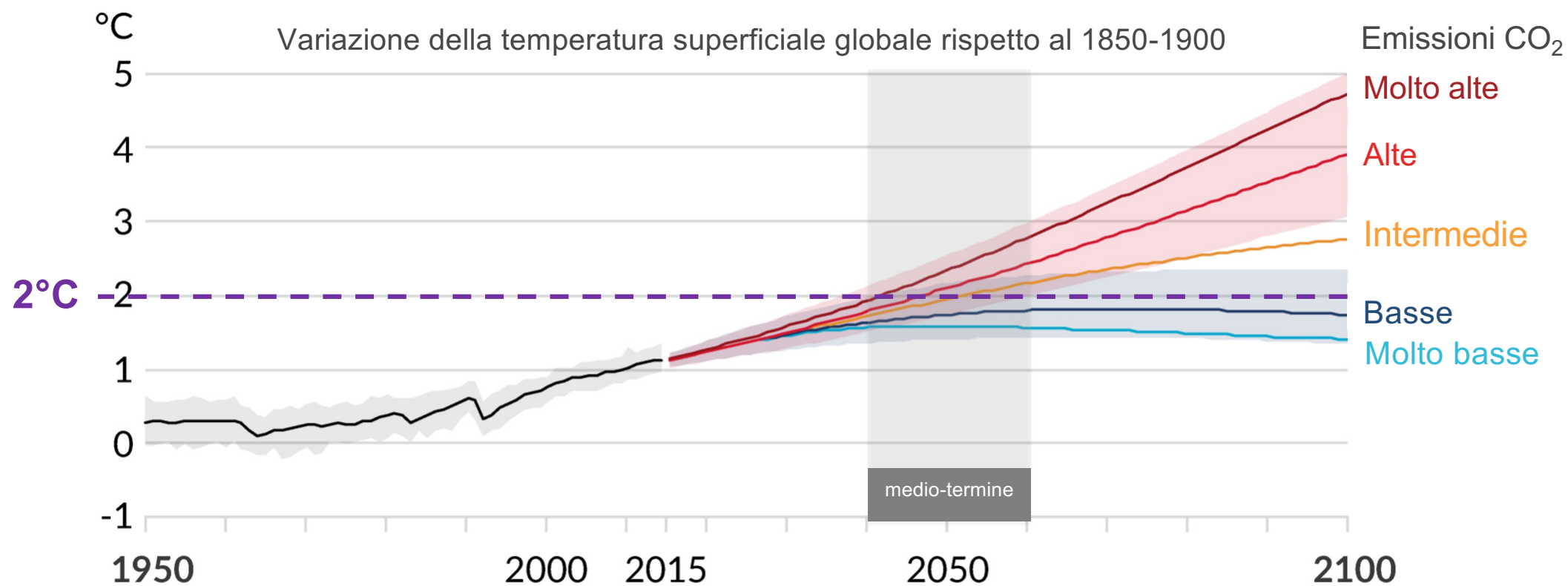
IPCC AR6 WGI Figure SPM.3

Il riscaldamento globale futuro dipende dalle future emissioni di CO₂ e di altri gas serra



IPCC AR6 WGI Figure SPM.8

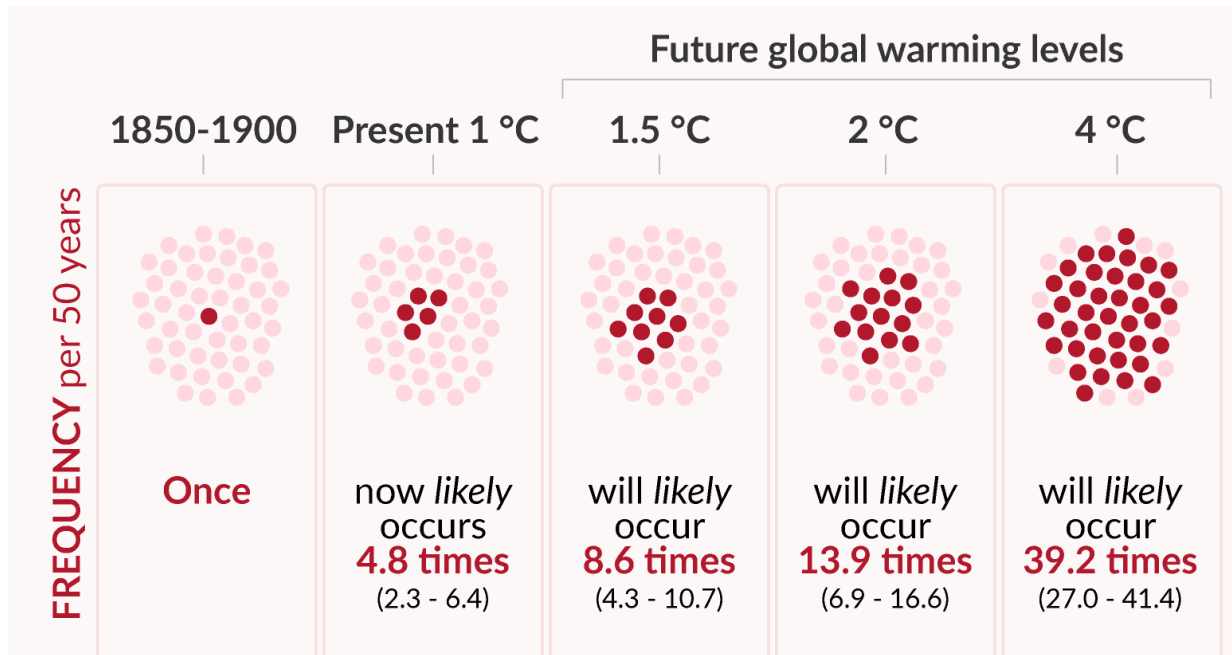
Il riscaldamento globale futuro dipende dalle future emissioni di CO₂ e di altri gas serra



IPCC AR6 WGI Figure SPM.8

Gli estremi climatici diventano più severi e frequenti con l'aumentare del riscaldamento globale

estremi caldi



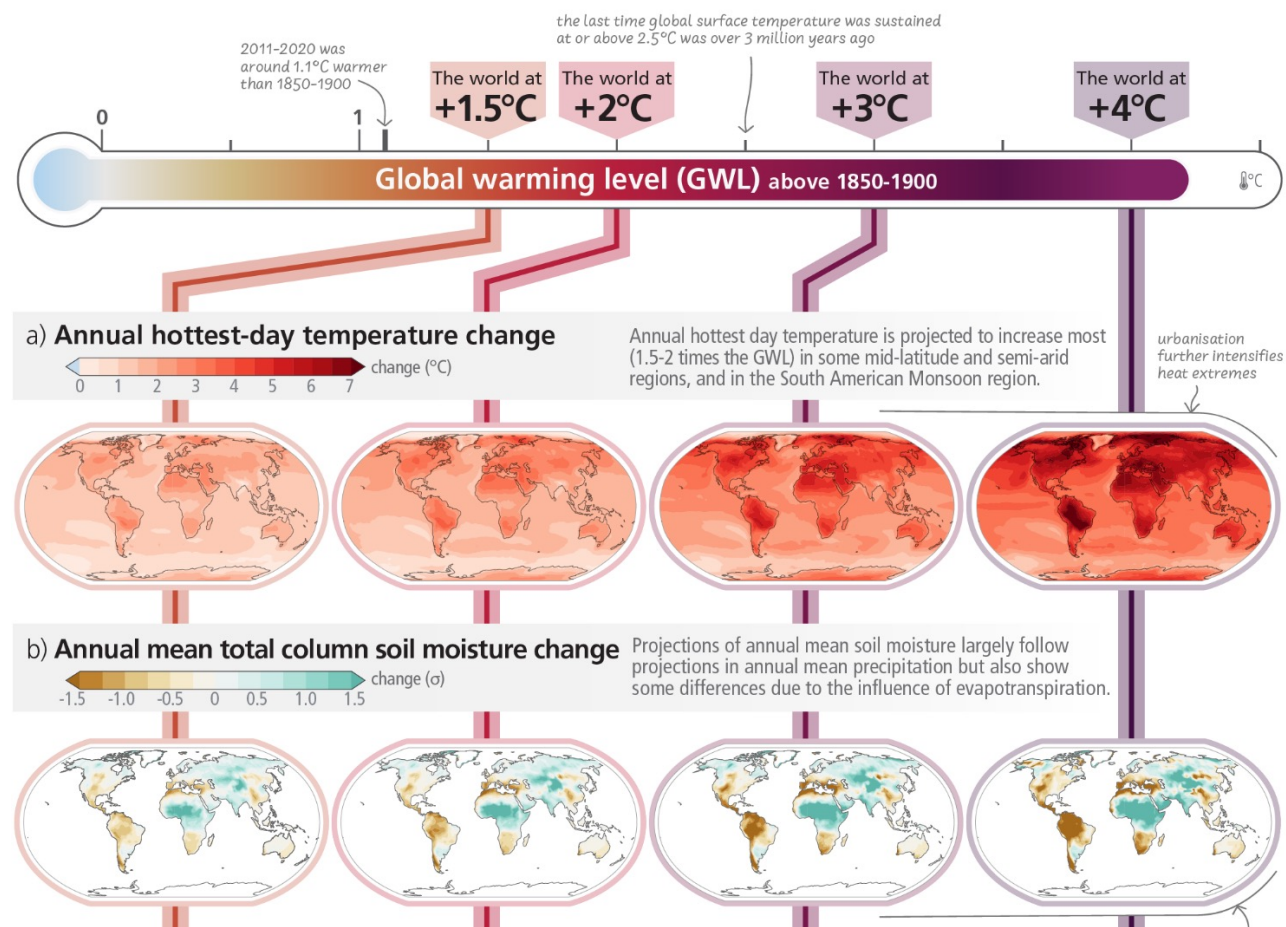
- ↑ frequenza e intensità
- estremi caldi e ondate di calore marine
 - precipitazioni intense (+7% per °C)
 - siccità in alcune regioni

↑ proporzione di cicloni tropicali intensi

↓ manto nevoso, permafrost,
perdita di ghiaccio marino
artico

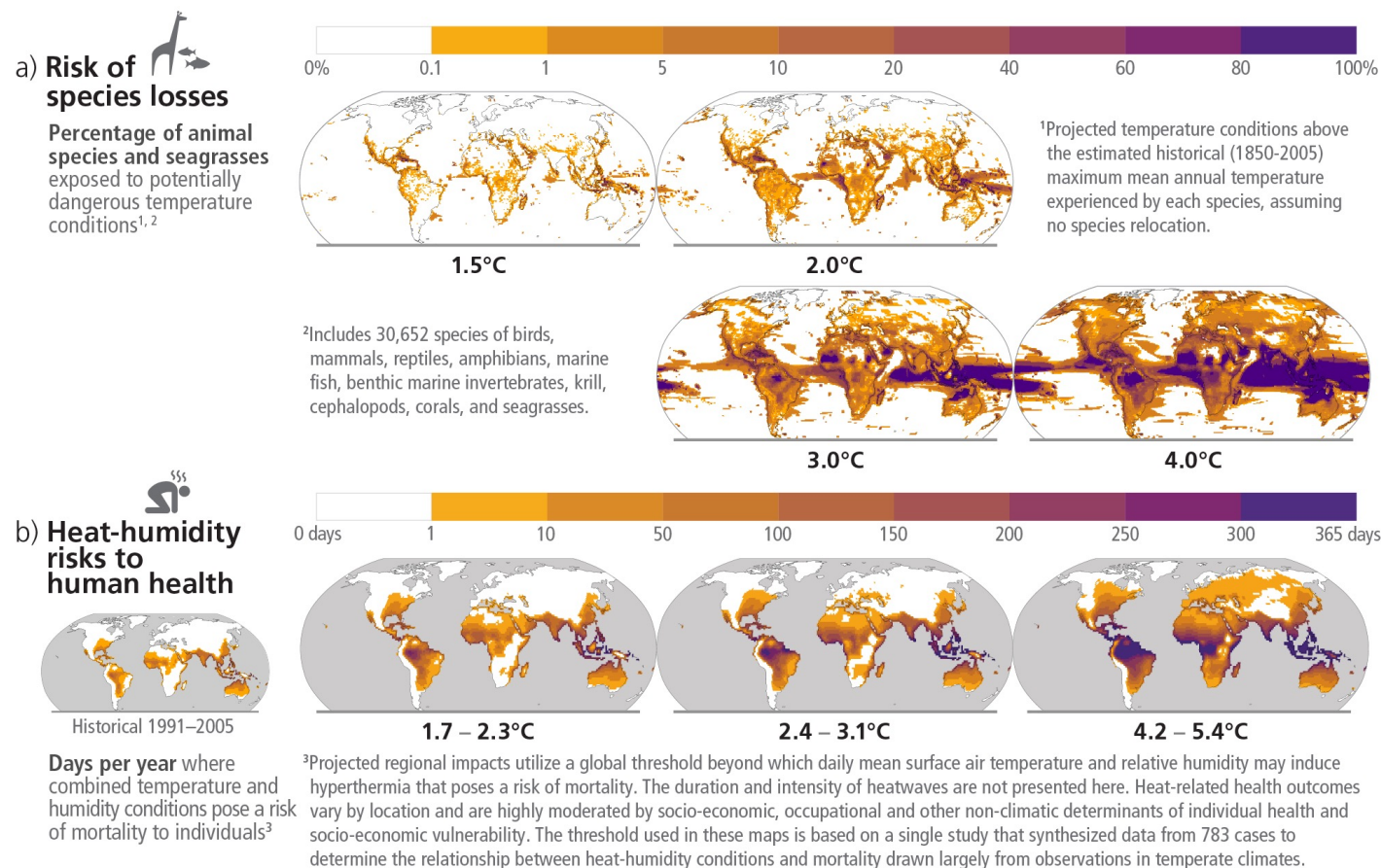
Figure SPM.5 WGI AR6

Con ogni aumento del riscaldamento globale, i cambiamenti regionali nel clima medio e negli estremi diventano più diffusi e pronunciati



AR6 SYR Figure SPM.2a, b

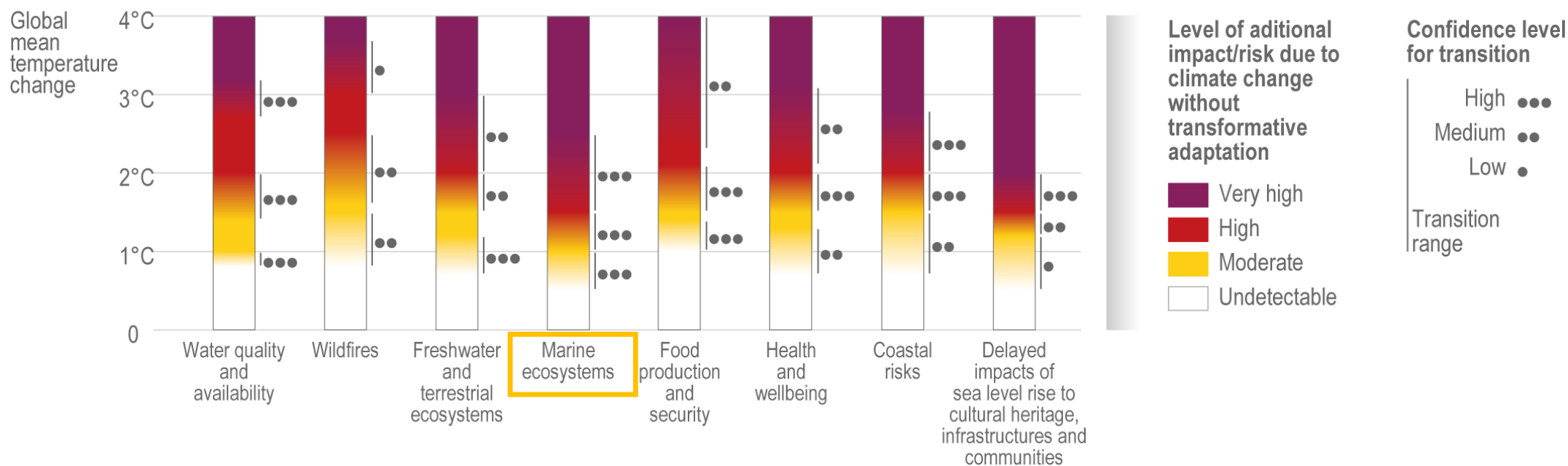
Con ogni aumento del riscaldamento globale, aumenta la gravità delle conseguenze sui sistemi umani e naturali



AR6 SYR Figure SPM.3a, b

I rischi causati dal cambiamento climatico diventano più complessi e difficili da gestire

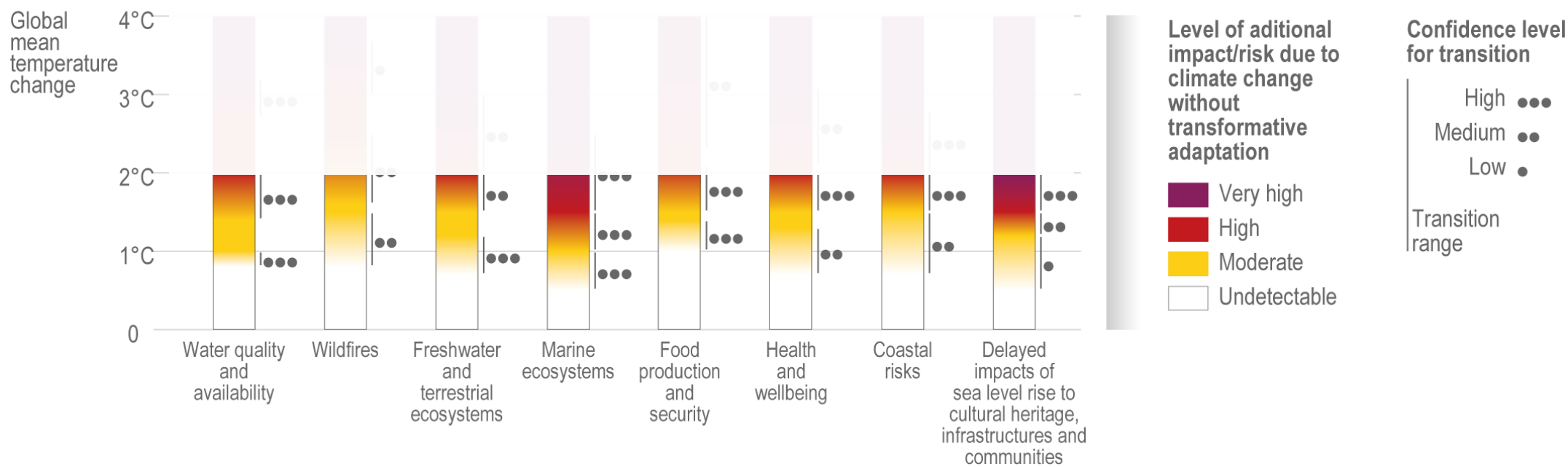
Principali rischi per il Mediterraneo con adattamento basso o medio



AR6 WGII Figure CCMP4.8

Limitare il riscaldamento globale riduce rischi, perdite e danni

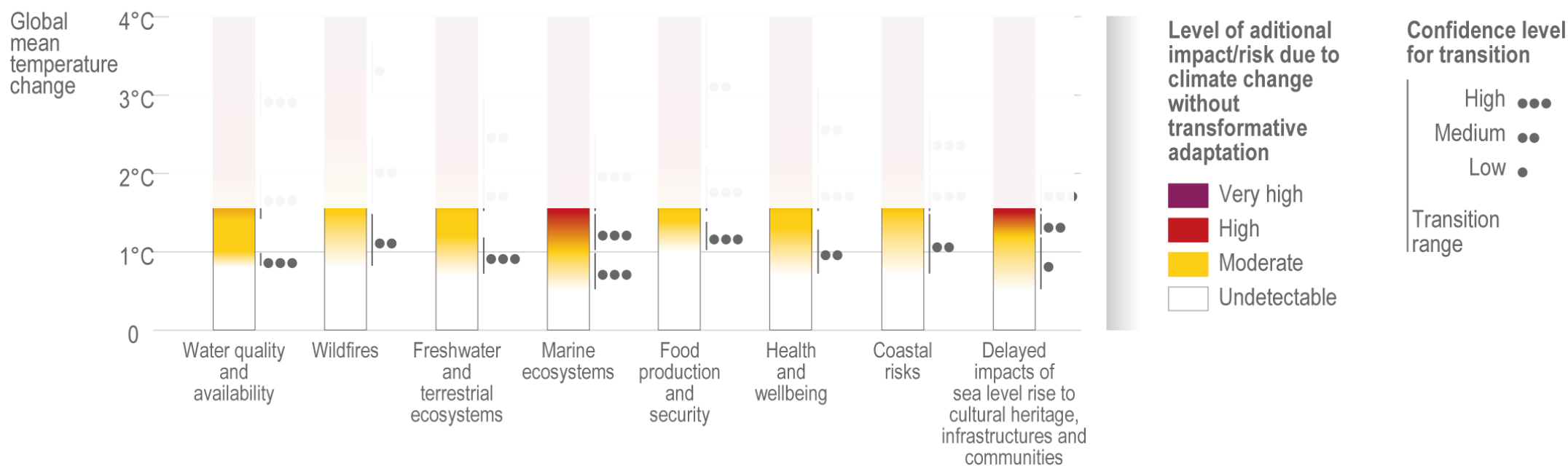
Principali rischi per il Mediterraneo con adattamento basso o medio



AR6 WGII Figure CCMP4.8

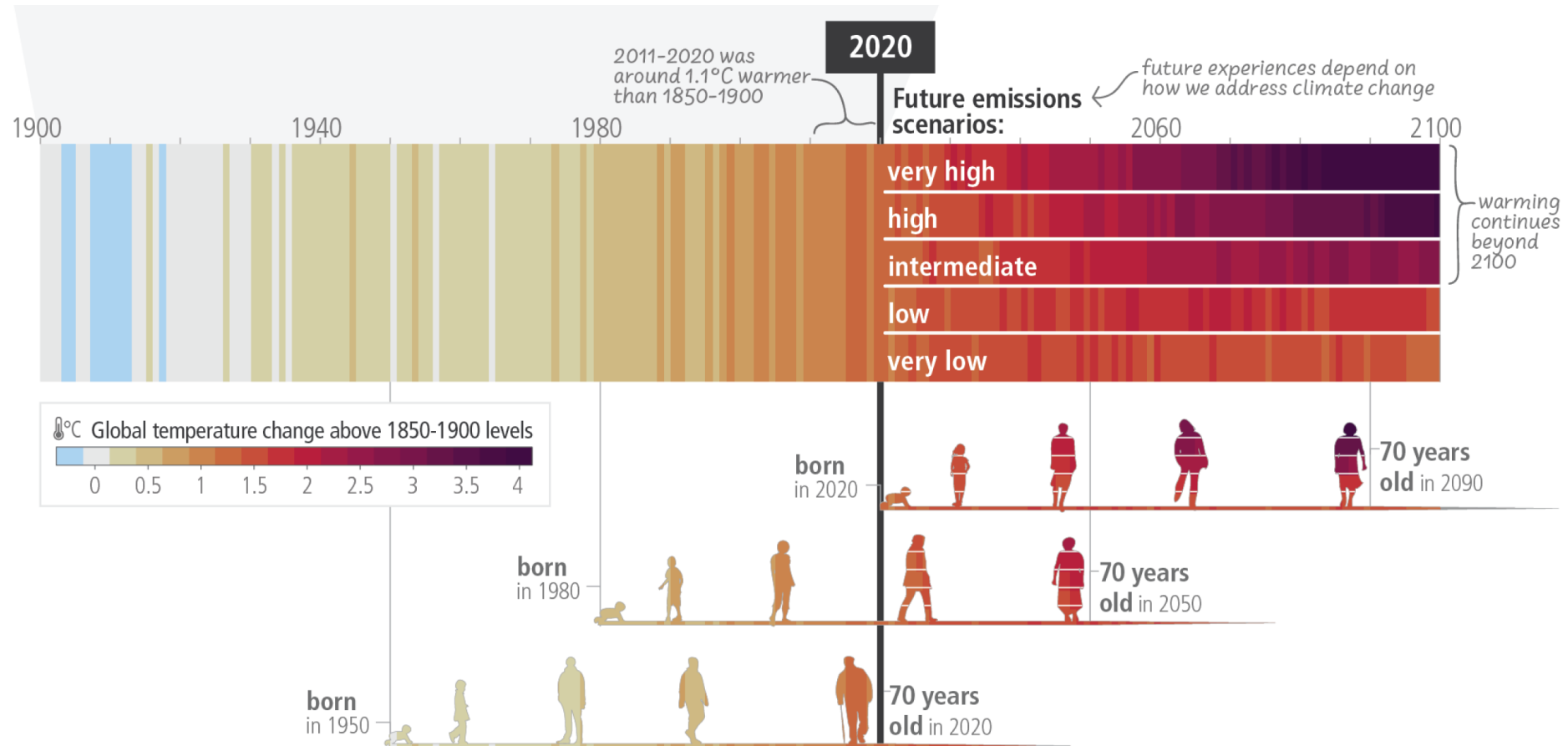
Limitare il riscaldamento globale riduce i rischi, le perdite e i danni ma non li elimina

Principali rischi per il Mediterraneo con adattamento basso o medio



AR6 WGII Figure CCMP4.8

Le generazioni attuali e future sperimenteranno un mondo più caldo Quanto di più dipende dalle scelte di adesso e in questo decennio



IPCC AR6 SYR Figure SPM.1c



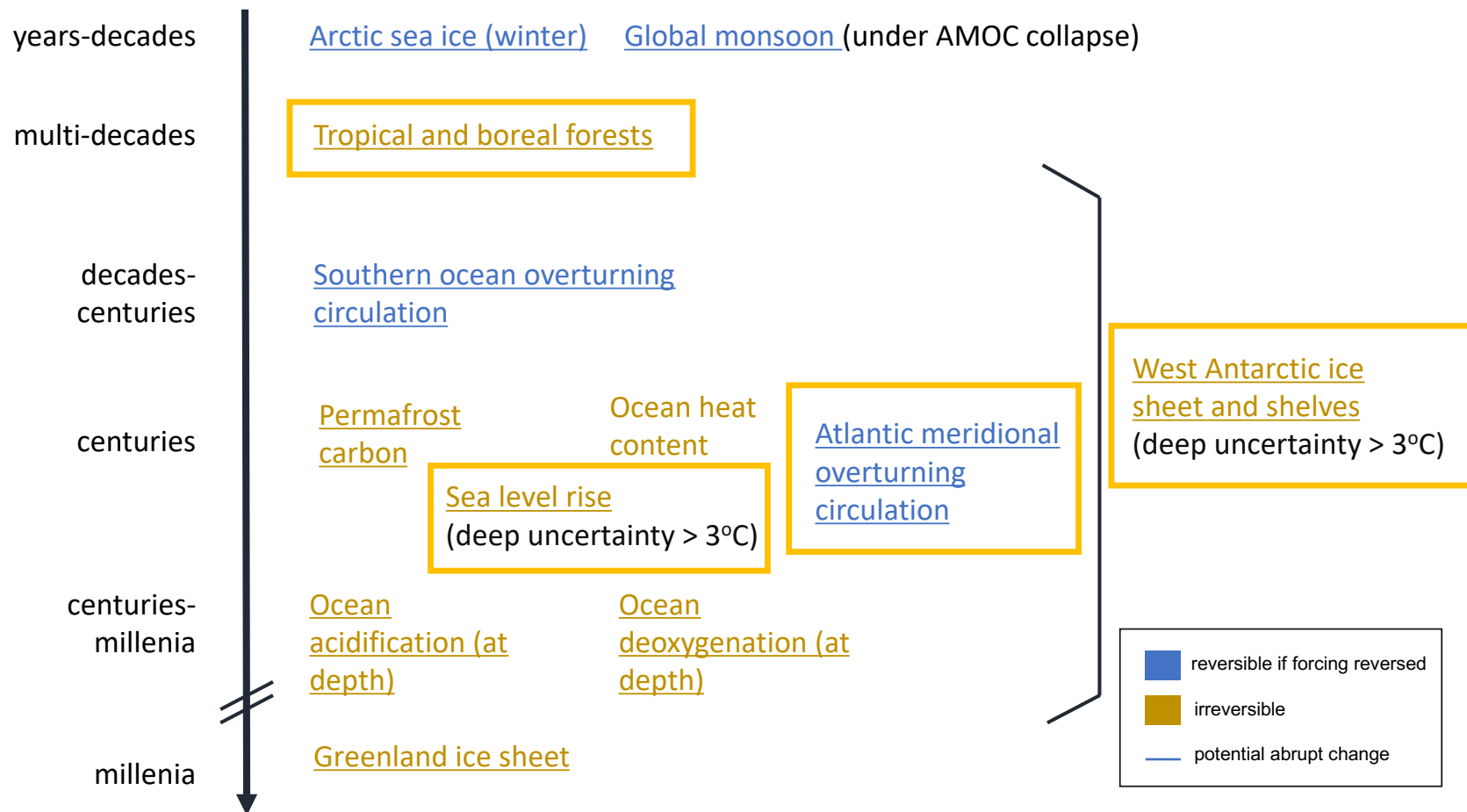
Rischi complessi e cambiamenti nel sistema
climatico dai quali non si torna indietro

Photo Credit: Sebastião Salgado



Photo: Konrad Steffen

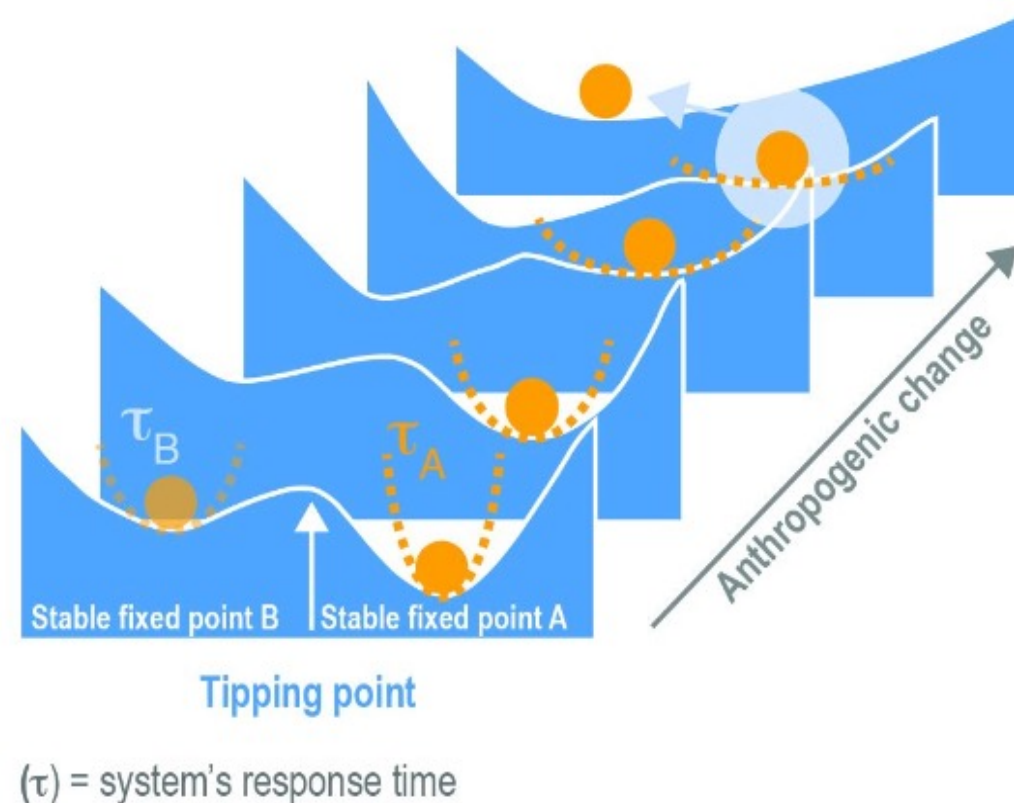
Componenti del sistema terrestre suscettibili cambiamenti irrversibili



From IPCC AR6 WGI Table 4.10

Cambi improvvisi, irreversibili, e punti di non ritorno

- **Abrupt changes** - Un cambiamento su larga scala nel sistema climatico che avviene nell'arco di pochi decenni o meno, persiste per almeno alcuni decenni e provoca impatti sostanziali sui sistemi umani e/o naturali.
- **Irreversible changes** - Cambi irreversibili su una determinata scala temporale del recupero da questo stato dovuto a processi naturali richiedendo sostanzialmente più tempo della scala temporale dei cambi di interesse.
- **Tipping points** – Punti di non ritorno: soglie critiche dopo le quali il sistema si riorganizza, spesso in modo brusco e irreversibile.

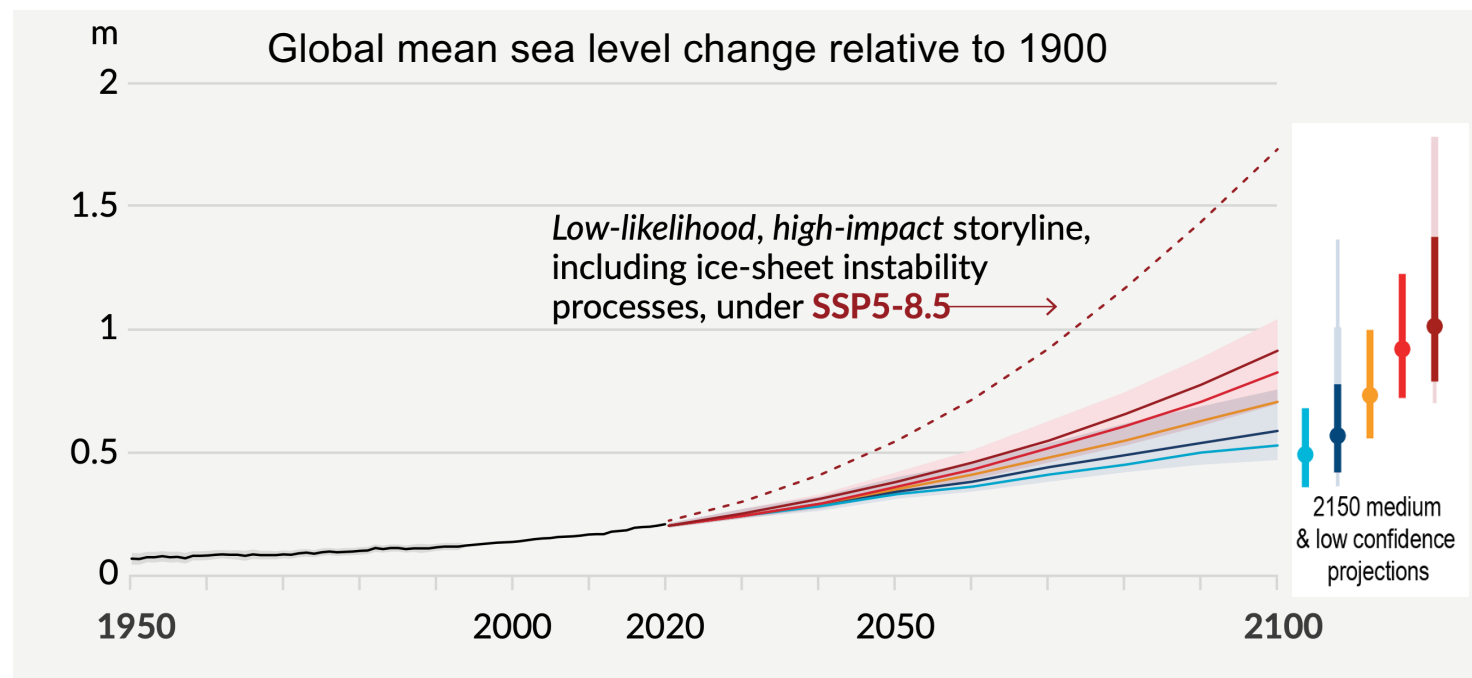


L'innalzamento del livello del mare continuerà per millenni

By 2050:

1 billion
people exposed

Extreme sea level events that
occured once per century will be
20-30 times more frequent



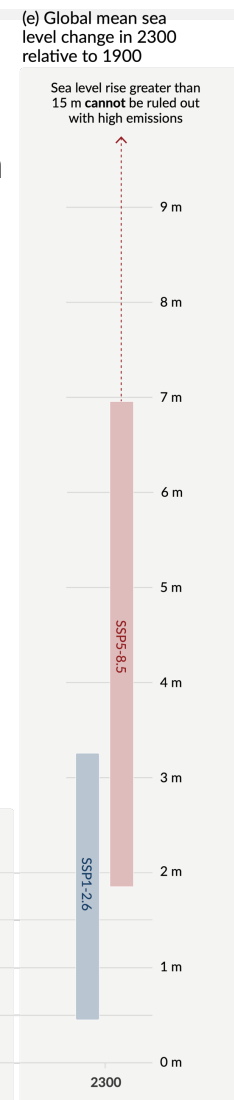
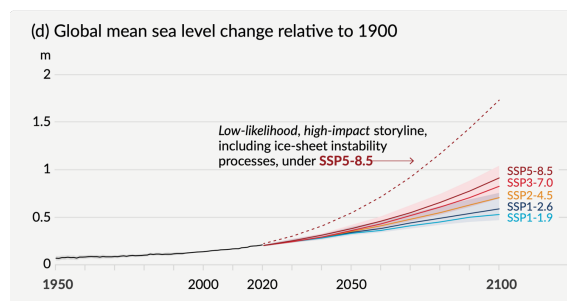
IPCC AR6 WGI Figure SMP8.d,
part of Figure 9.27
part of SYR Figure 3.4a

Il tasso e quanto dipende dalle emissioni future

Non si possono escludere
trame a bassa probabilità e
ad alto impatto che portino a
livelli del mare molto alti

Global mean sea level change in
2300 relative to 1900 →

Global mean sea level
change relative to 1900 ↓

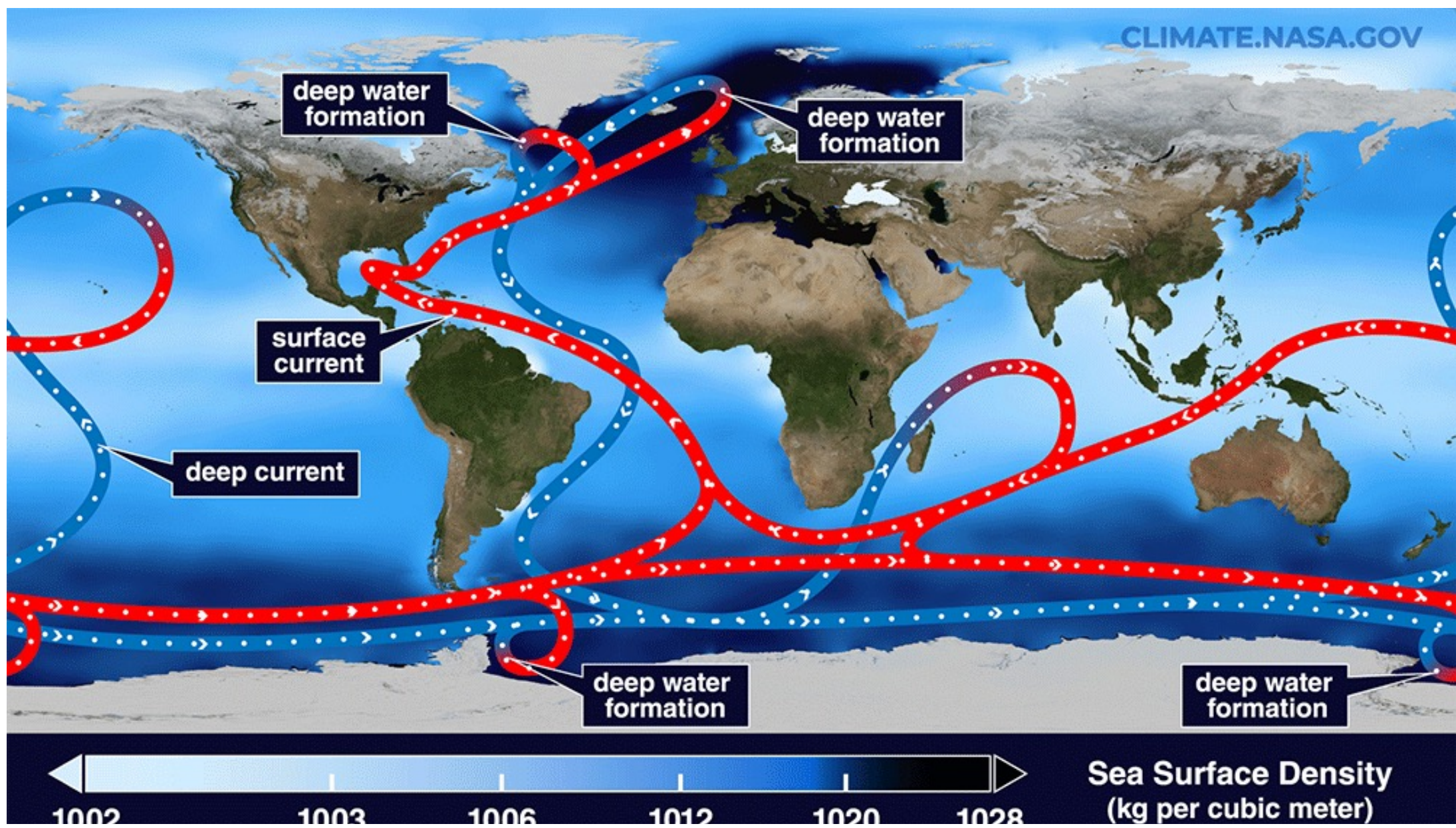


IPCC
AR6 WGI Figure SMP8.d,
part of SYR Figure 3.4a

Storylines derivate dalle relazioni causali dei processi delle calotte ghiaciali antartiche

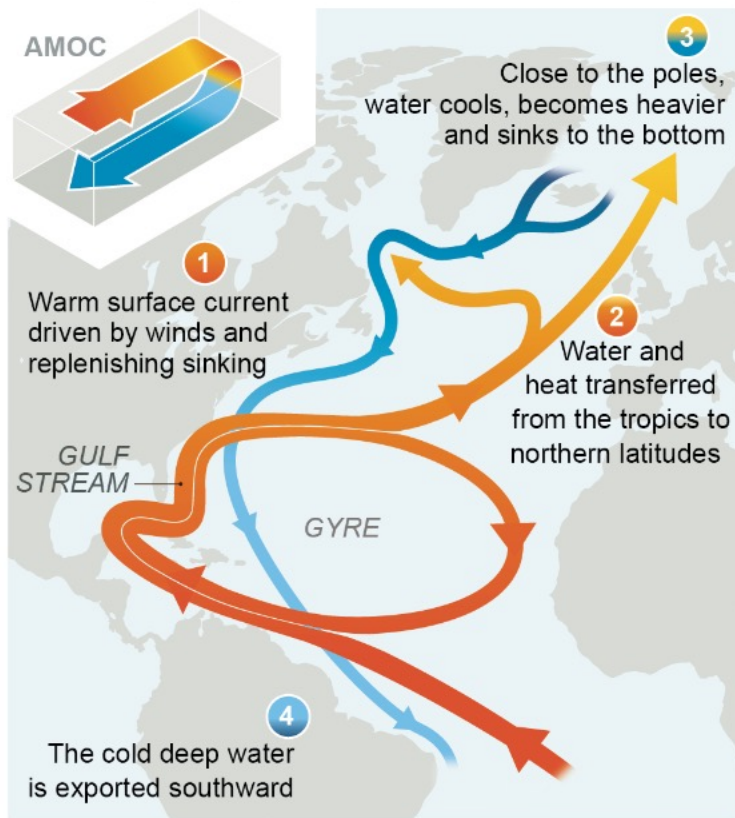


van de Wal *et al.*, 2022

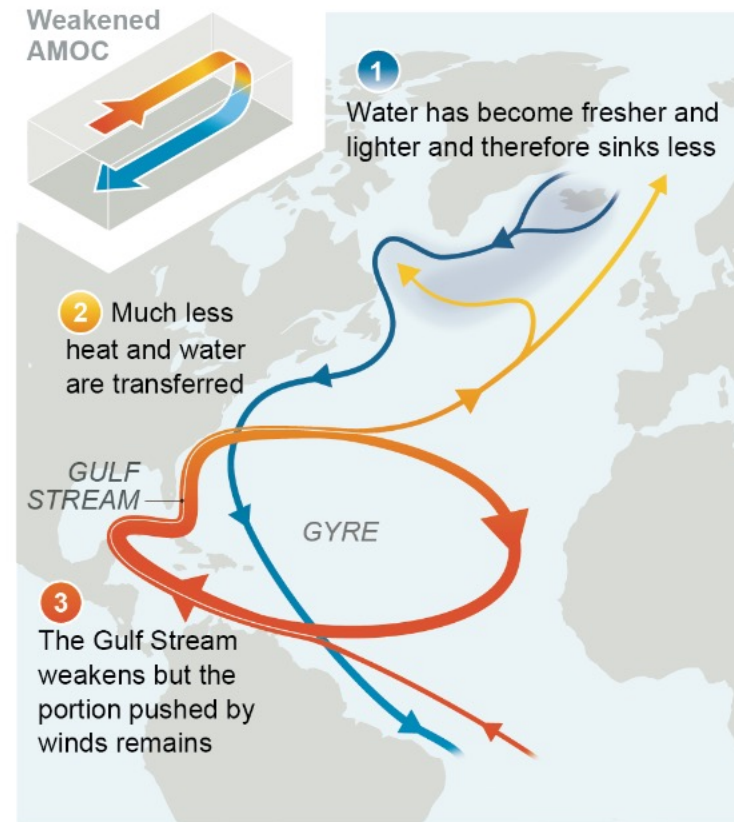


Si fermerà la corrente del Golfo e la circolazione capovolta meridionale del Ocean Atlantico (AMOC)?

Circolazione Atlantica Oggi



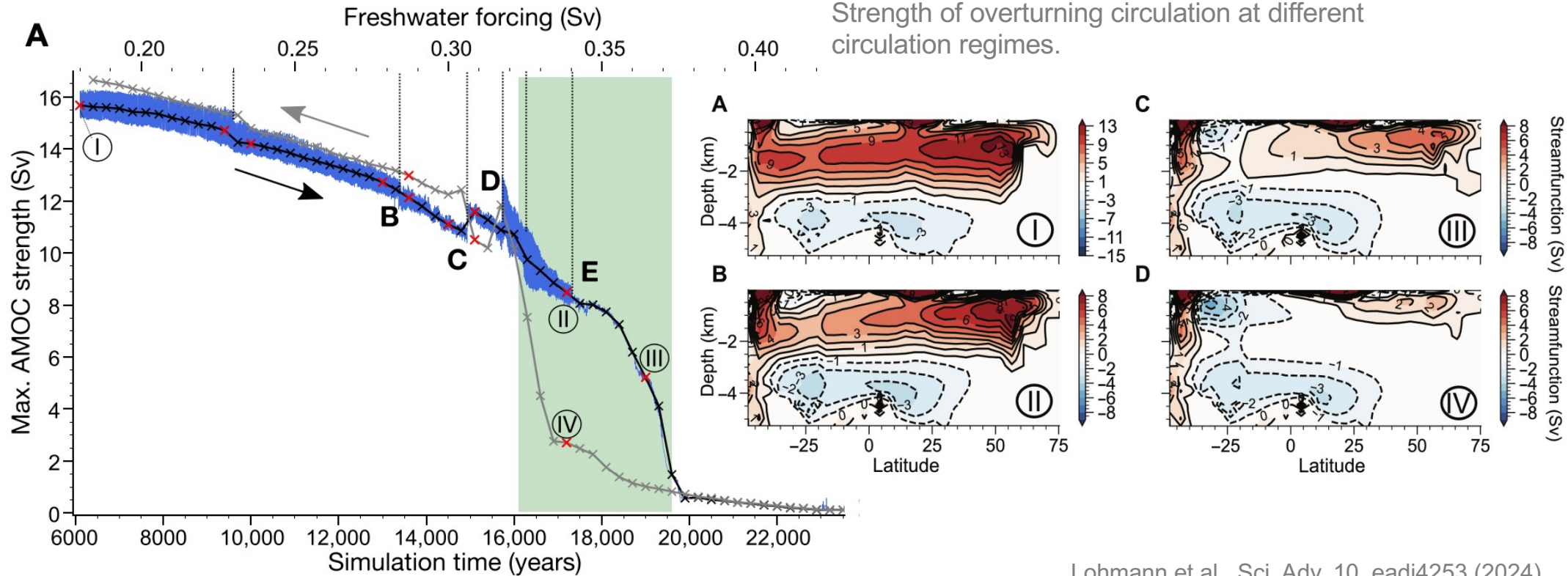
Circolazione Atlantica in un mondo più caldo



IPCC AR6 WGI FAQ 9.3, Figure 1

"L'anatomia" di un potenziale tipping point dell'AMOC dovuto all'aumento dello scioglimento dei ghiacciai – esperimenti di modellistica innovativi

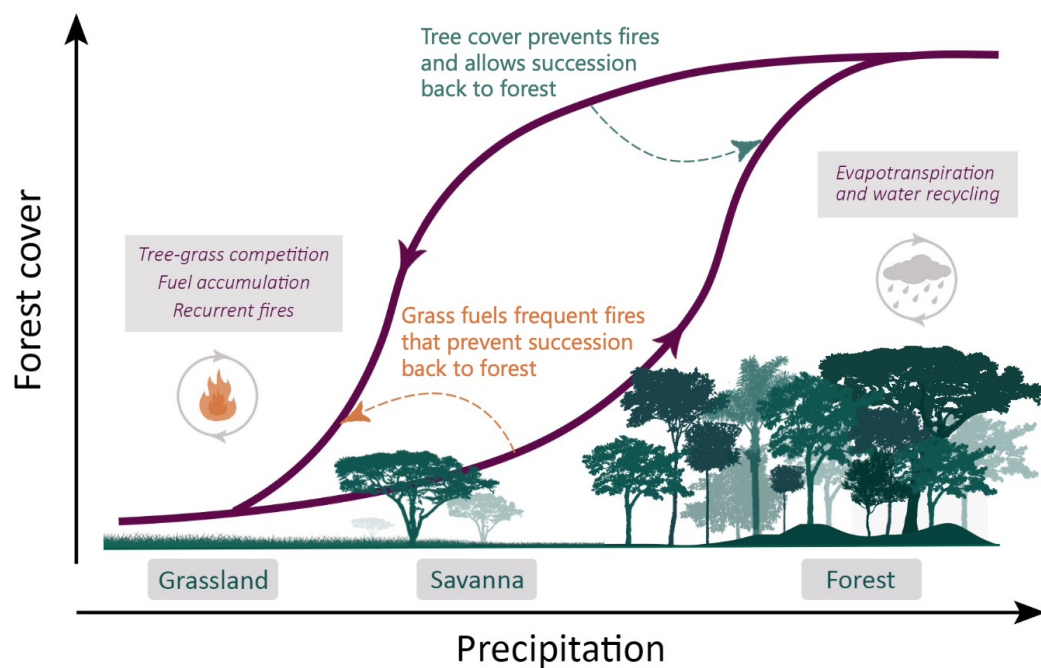
Intermediate TPs before a freshwater-induced collapse of the overturning circulation.



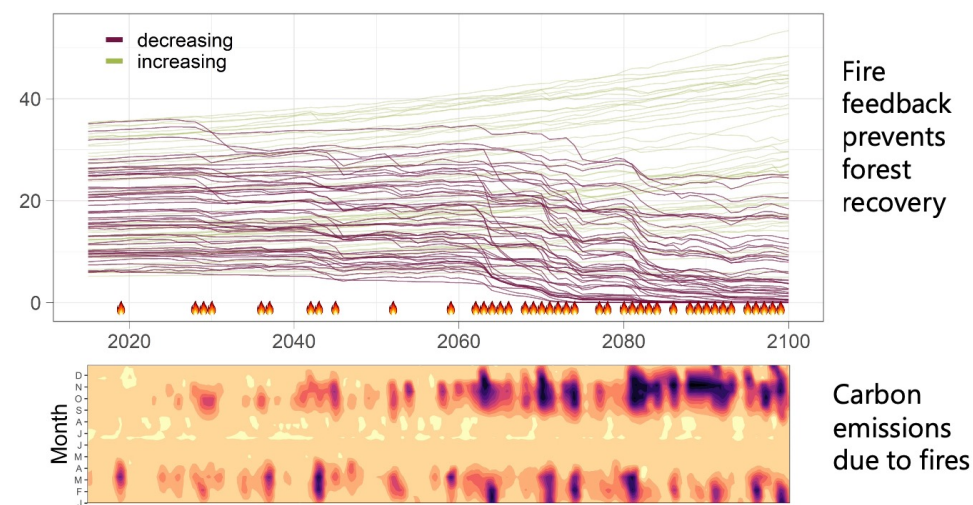
Lohmann et al., Sci. Adv. 10, eadi4253 (2024)

La foresta amazzonica sta subendo un 'tipping point'?

La teoria ecologica e le osservazioni indicano un possibile tipping point tra savane e foreste pluviali



Perdite pronunciate di biomassa dopo il 2060 causate da incendi boschivi in uno scenario con emissioni di gas serra molto elevate

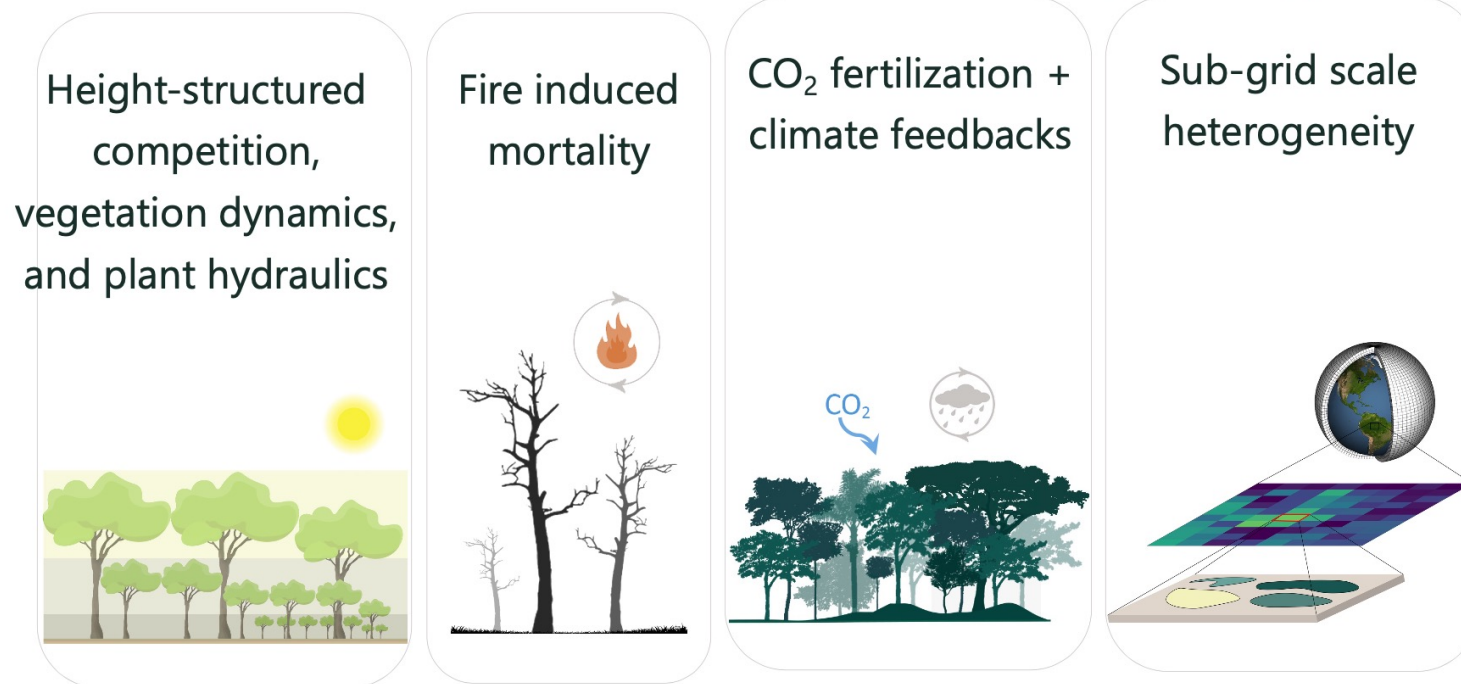


Martinez Cano, Shevilakova et al., PNAS, 2022

La foresta amazzonica sta subendo un 'tipping point'?

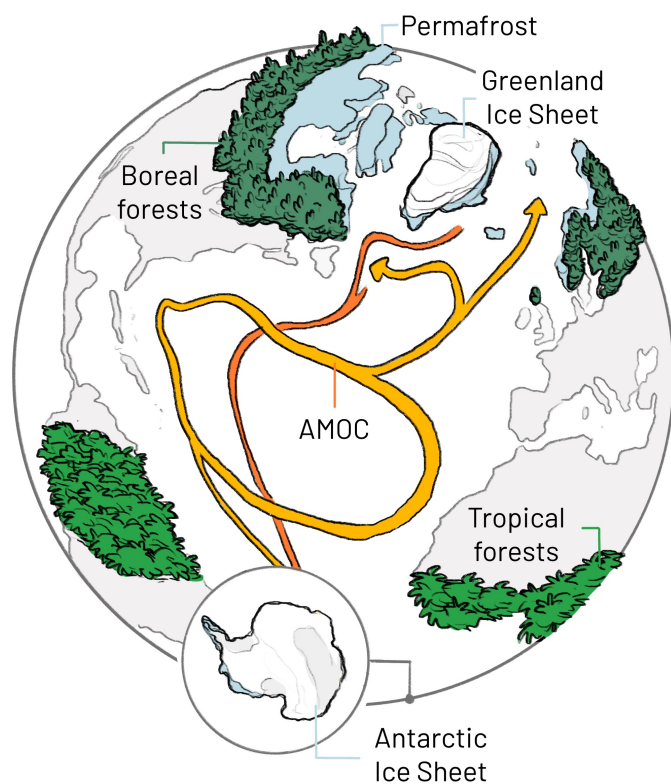
Aumento della complessità dei modelli del sistema terrestre

- 3D coupled climate model with interactive Carbon cycle
- Land model LM4.1 features distinct land uses and vegetation types

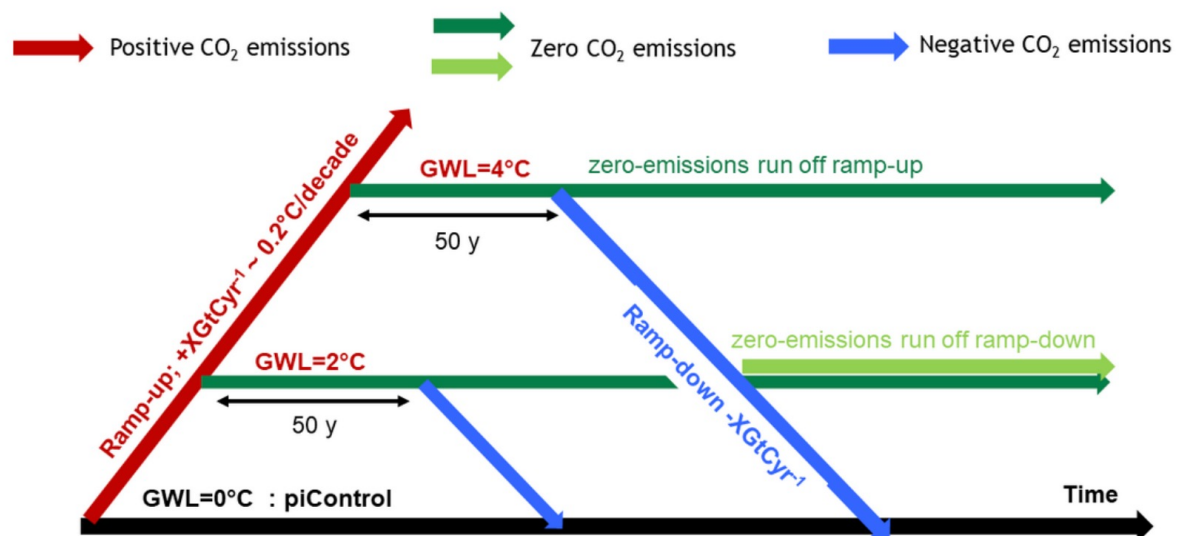


Shevliakova et al., 2024

Tipping elements interconnessi - nuovi protocolli di esperimenti di modellistica



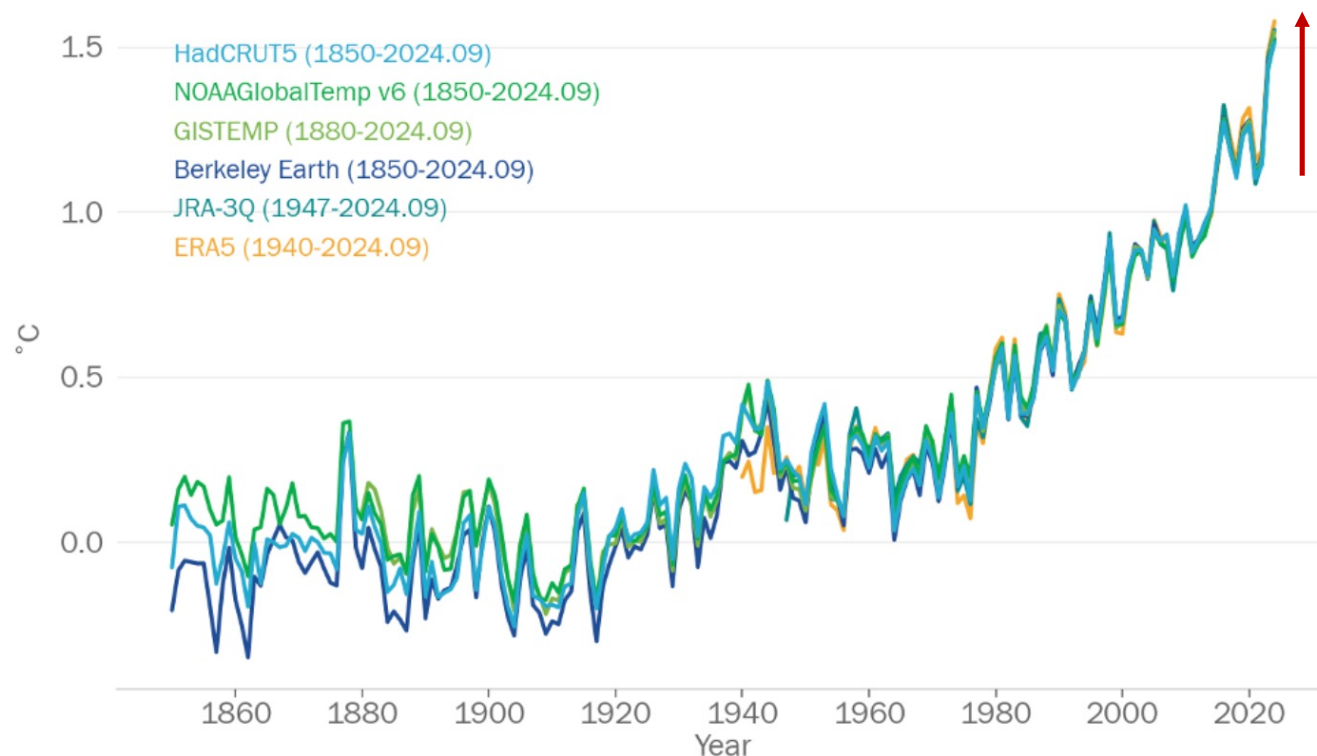
TIPMIP ESM Tier 1 experiment protocol: All experiments in CO₂-emission mode



WMO Stato del Clima 2024

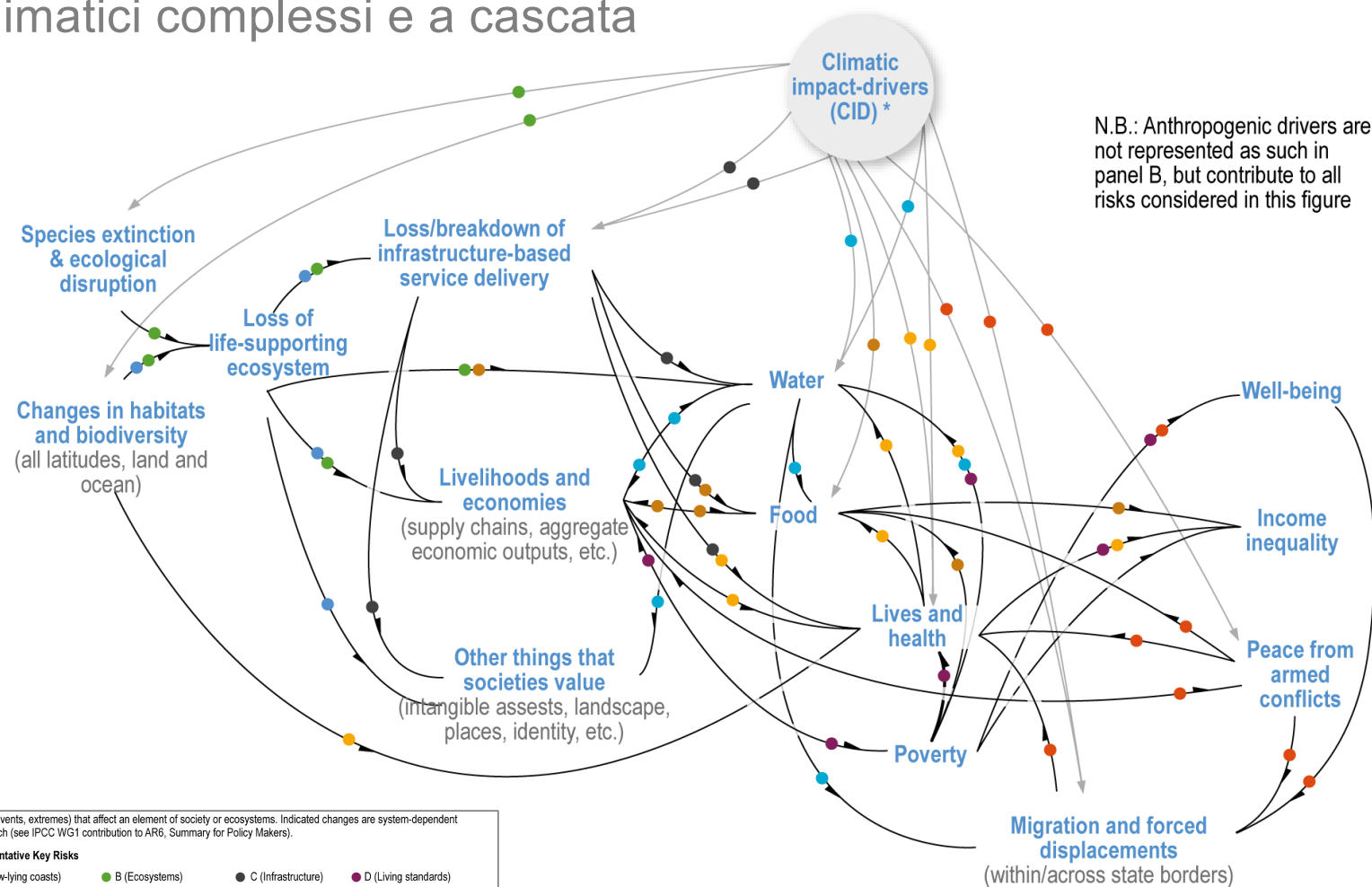
Global mean temperature 1850-2024

Difference from 1850-1900 average



- Temperatura media globale gennaio-settembre 2024 1,54 ($\pm 0,13$) °C al di sopra dei livelli preindustriali
- Gli ultimi 10 anni sono i più caldi mai registrati e il calore degli oceani è in aumento
- Il ghiaccio marino antartico è il secondo più basso mai registrato e la perdita dei ghiacciai è in accelerazione
- Eventi meteorologici e climatici estremi stanno causando enormi perdite economiche e umane

Rischi climatici complessi e a cascata



* CIDs are physical climate system conditions (e.g., means, events, extremes) that affect an element of society or ecosystems. Indicated changes are system-dependent and can be detrimental, beneficial, neutral, or a mixture of each (see IPCC WG1 contribution to AR6, Summary for Policy Makers).

Risk cascades **

Across key risks

Climate-driven

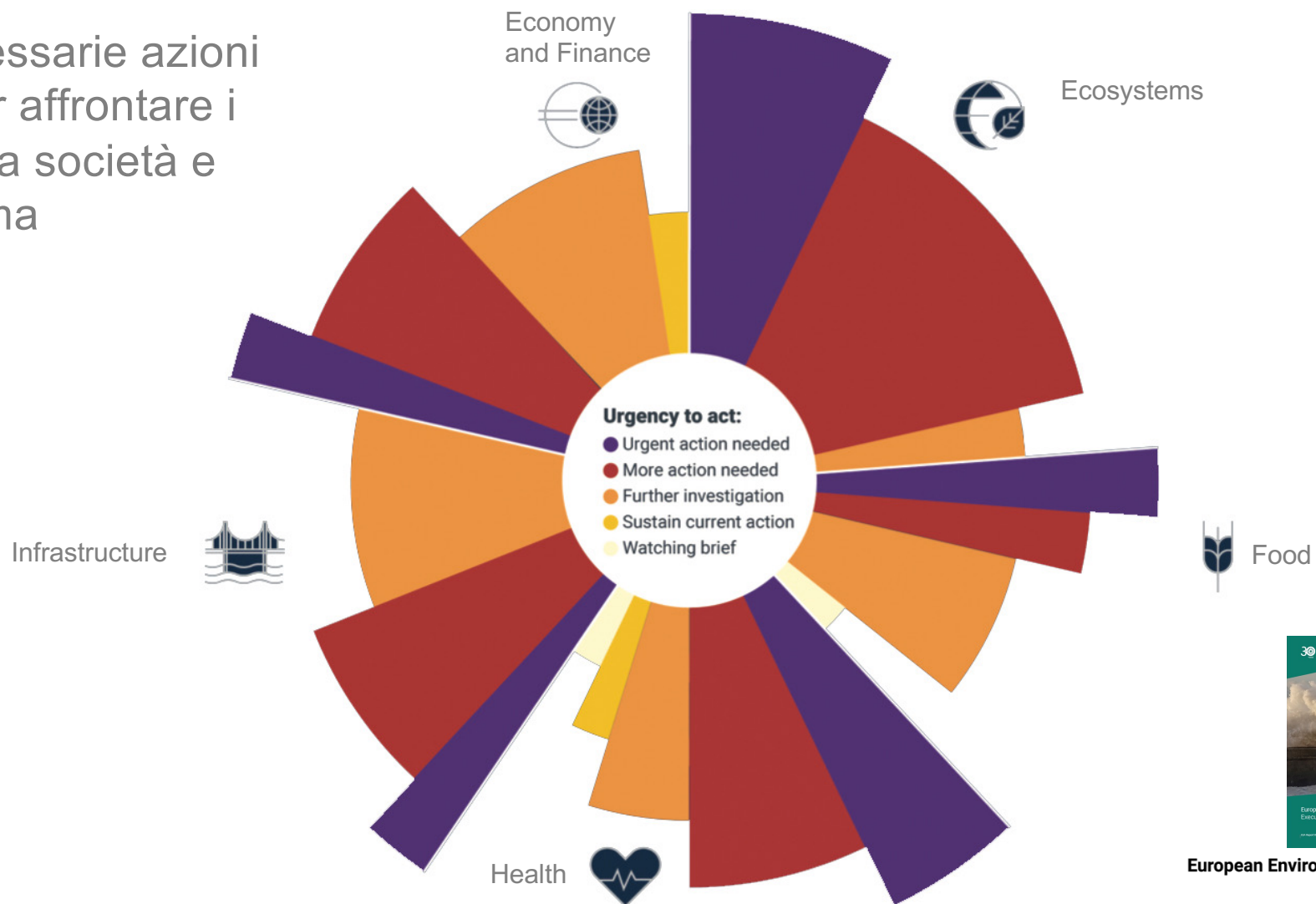
Representative Key Risks

- A (Low-lying coasts)
- B (Ecosystems)
- C (Infrastructure)
- D (Living standards)
- E (Human health)
- F (Food security)
- G (Water security)
- H (Peace and human mobility)

** Illustrative rather than comprehensive, and qualitative rather than quantitative, as suggested across the RKR assessments in this report.

IPCC AR6 WGII Figure 16.11

Sono necessarie azioni urgenti per affrontare i rischi per la società e l'ecosistema



European Environment Agency

Una valutazione dei rischi climatici integrale



Larger magnitude



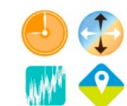
Increased frequency



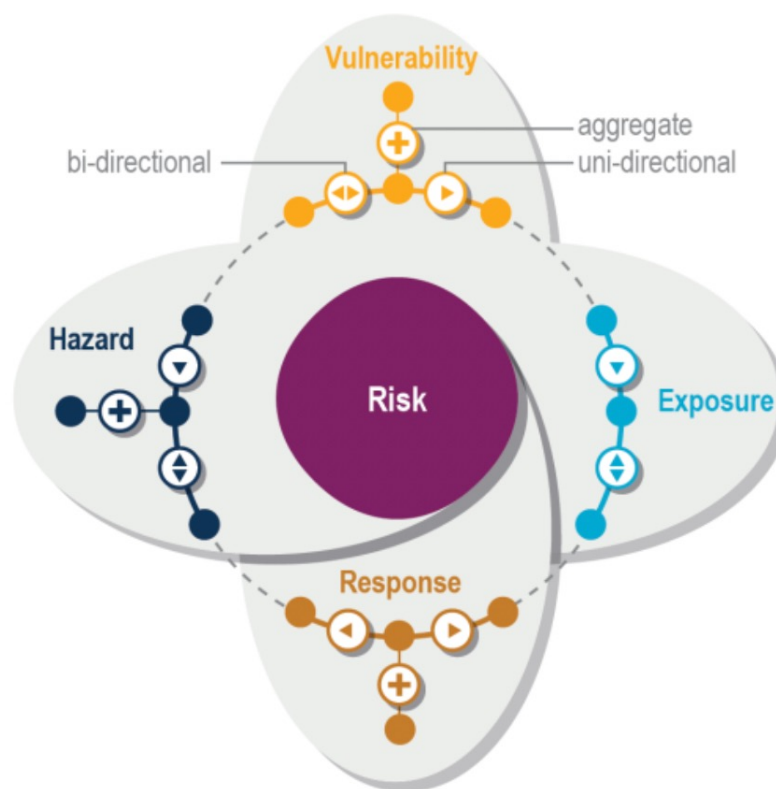
New locations



Different timing



New combinations



3,3-3,6 miliardi di persone
in contesti altamente vulnerabili

1 miliardo di persone esposte
all'innalzamento del livello del
mare entro il 2050

Risposte al cambiamento climatico

- Maladattamento
- Pressioni sull'uso del suolo

IPCC AR6 WGII Figure 1.5

Una valutazione dei rischi climatici integrale



Larger magnitude



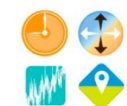
Increased frequency



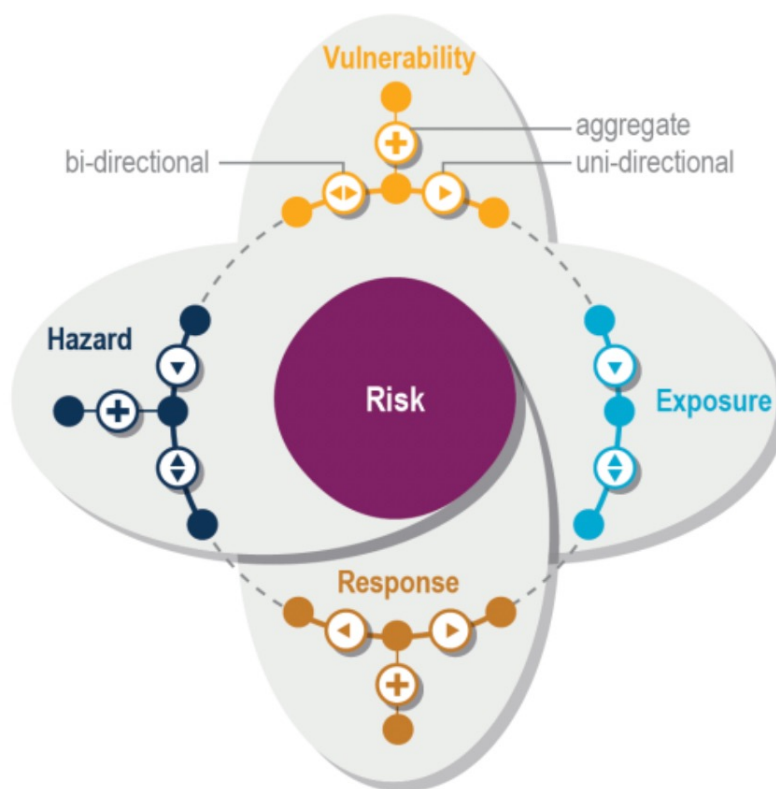
New locations



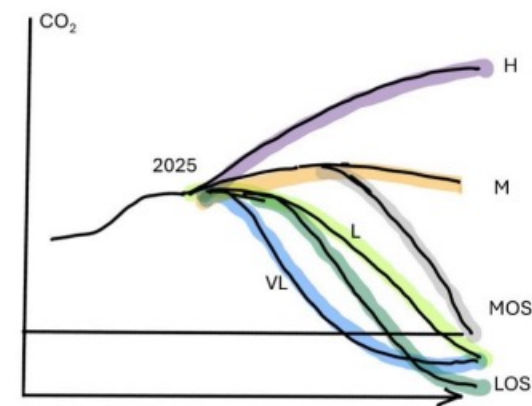
Different timing



New combinations



Impatti e rischio nel contesto di scenari di mitigazione



Scenario MIP proposal, 2024

IPCC AR6 WGII Figure 1.5

Scoping del AR7 rapporto sul clima

WG I – The physical science basis

WG II – Impacts, adaptation and vulnerability

WG III – Mitigation of climate change

- **nuovi scenari** verso uno sviluppo resiliente a basse emission, integrando rischi climatici
- **progressi scientifici** di modellizzazione, osservazioni, comprensione di processi
- **eventi estremi e attribuzione** incluso di impatti
- **rischi complessi e a cascata**, eventi o conseguenze **bassa probabilità ma di alto impatto**, cambiamenti improvvisi, potenziali tipping points
- **informazioni rilevanti**, a scala regionale, per la resilienza climatica, gestione del uso del suolo, riduzioni di emission trasversali all'economia
- **nesso con la natura**, biodiversità e ecosistemi



www.cmcc.it





What if net-zero is not net-zero?

On the crucial and ambiguous role of forests

Giacomo Grassi

Joint Research Centre, European Commission

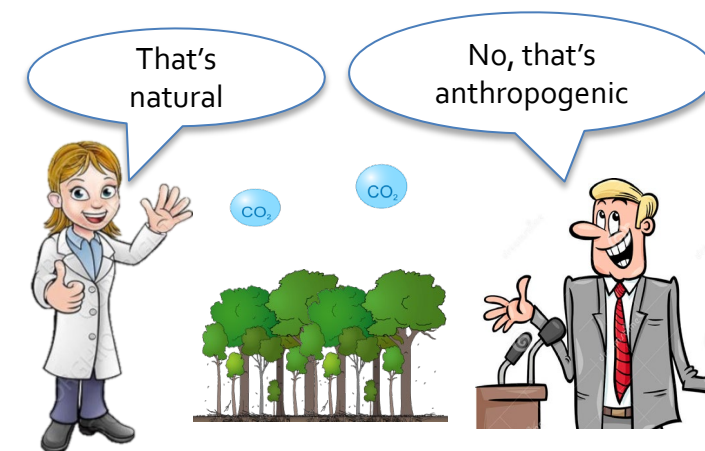
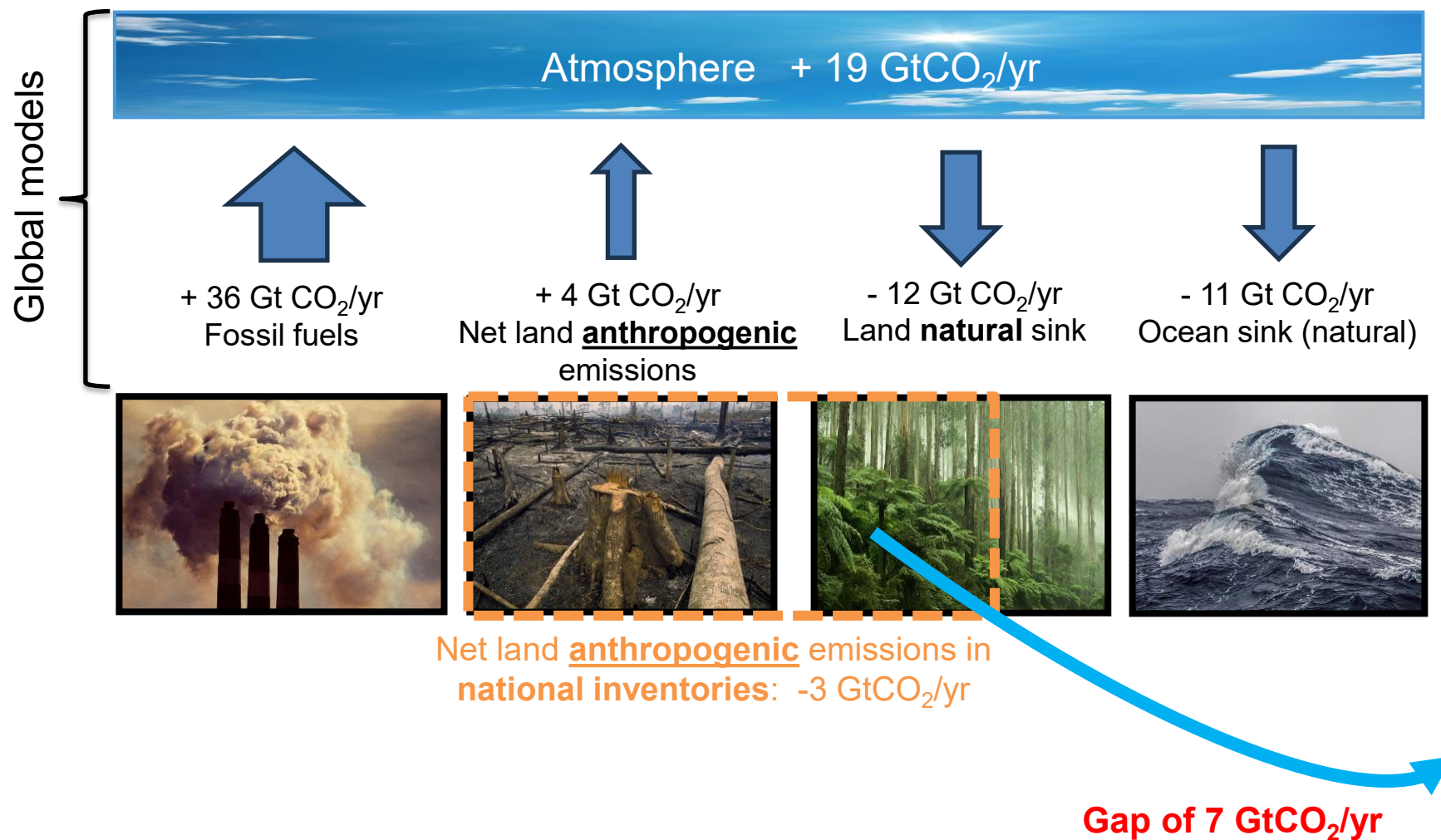
IPCC Task Force National GHG inventories

2 Dicembre 2024, PoliMI

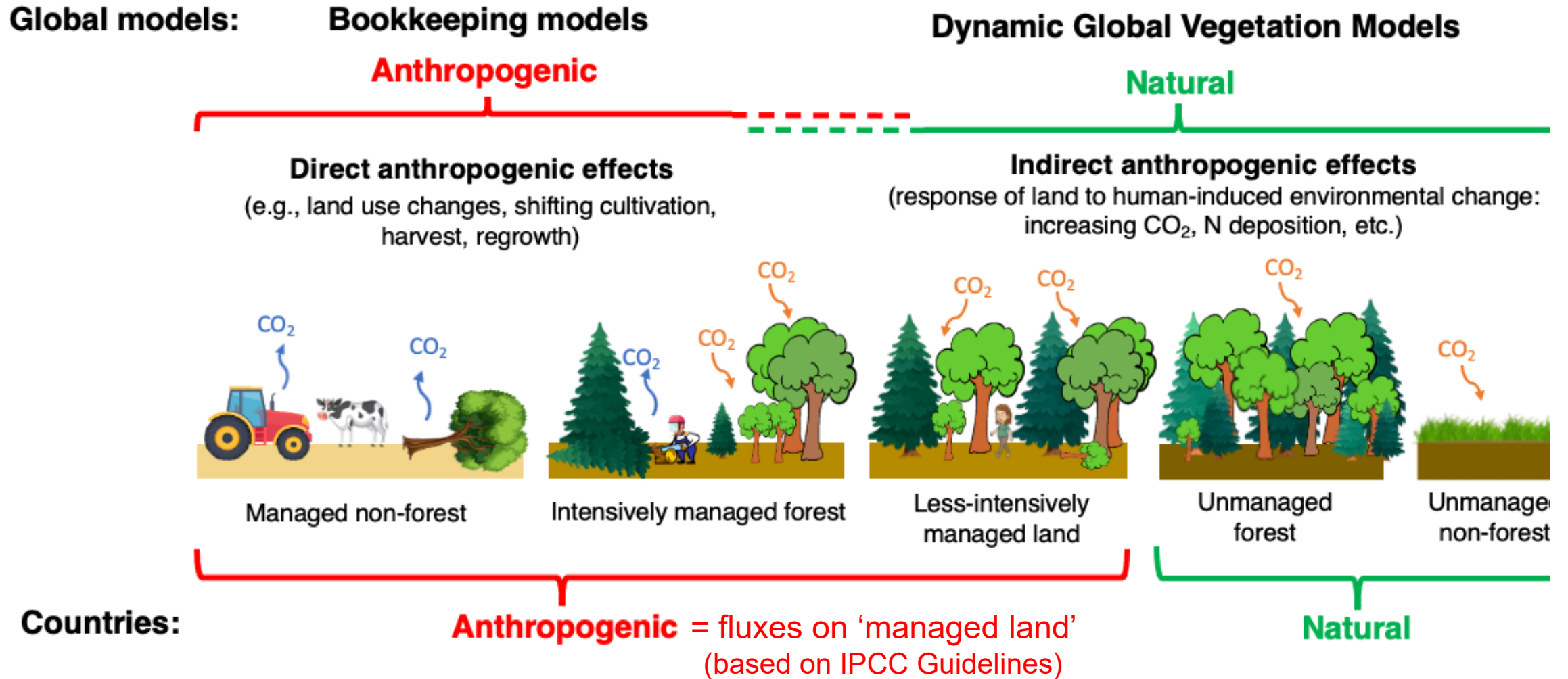
Joint
Research
Centre

The global carbon budget

Average 2014-2023 from Friedlingstein et al 2024

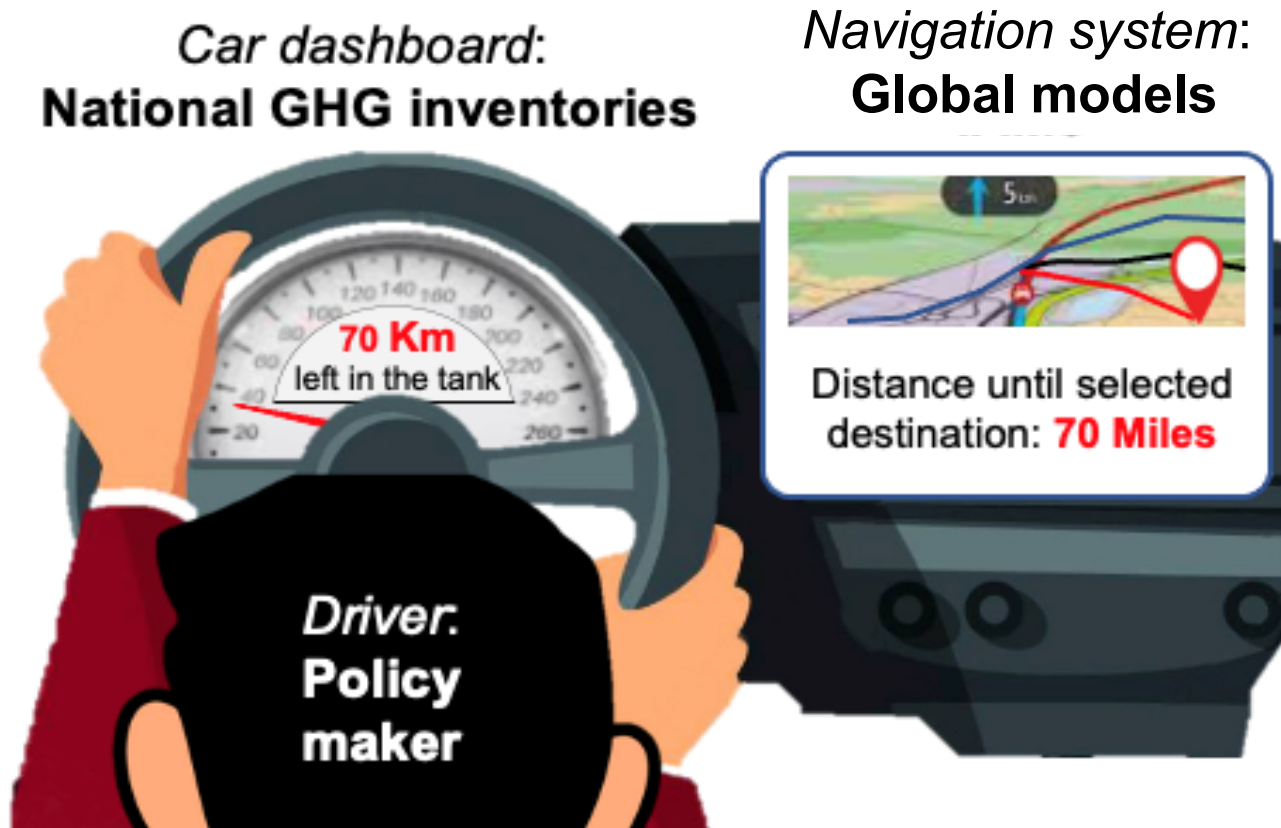


Why do we have this gap? Mostly due to *different definitions* of anthropogenic forest sink

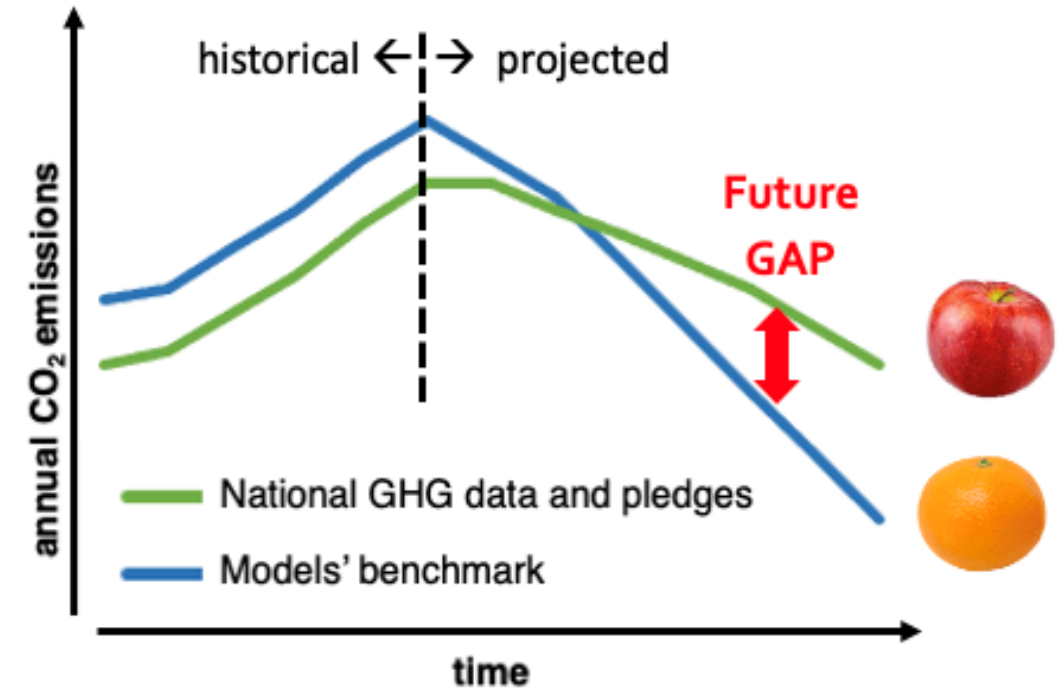


The two approaches were developed for different scopes – both valid in their context, but **not comparable**

Is this mismatch in definitions of land-use emissions a problem?

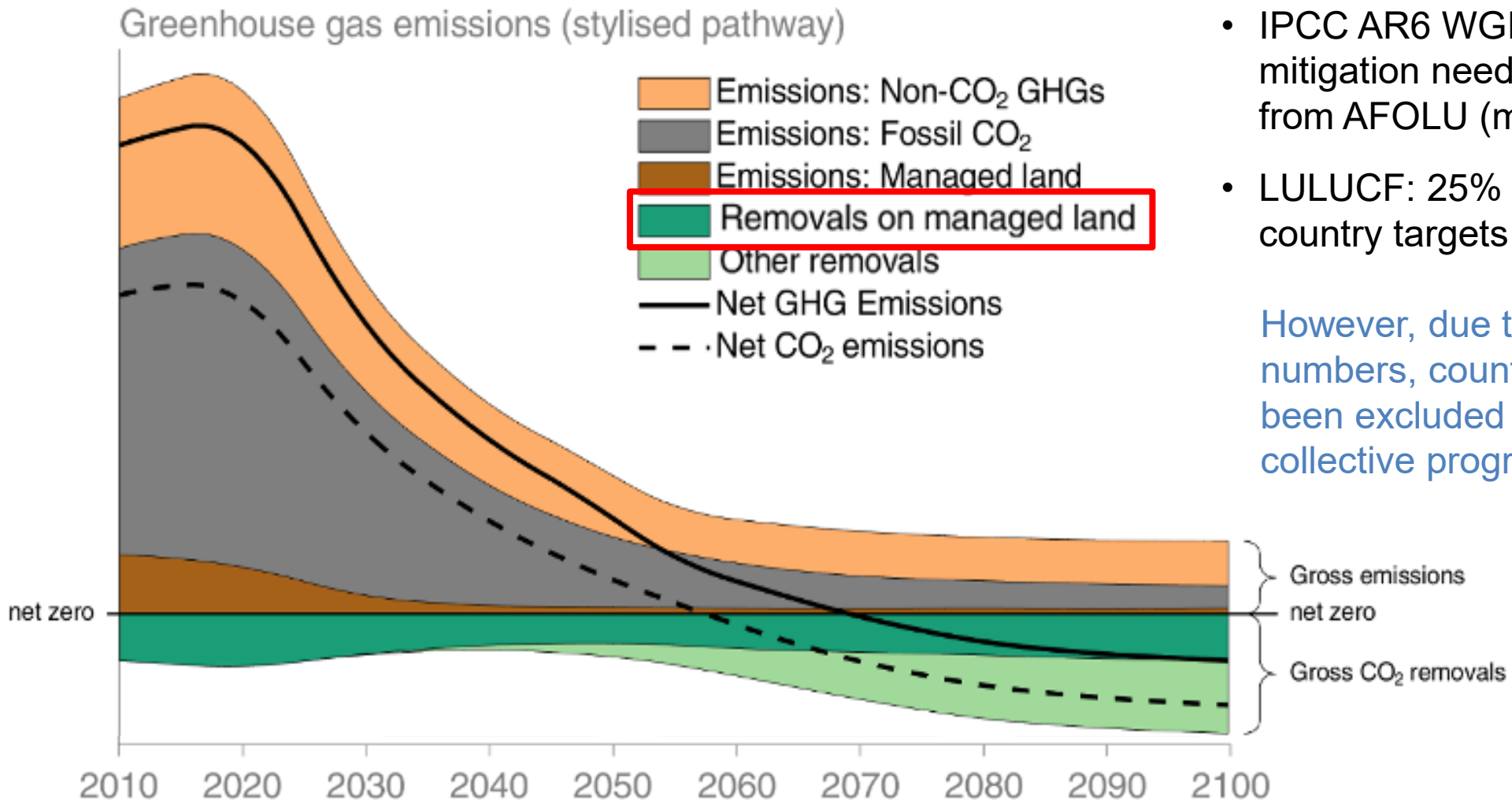


Global Stocktake (GST)



Yes, it is a problem to understand where we are and the distance to destination...

...especially because the importance of **land-use CO₂ flux (LULUCF)** will increase

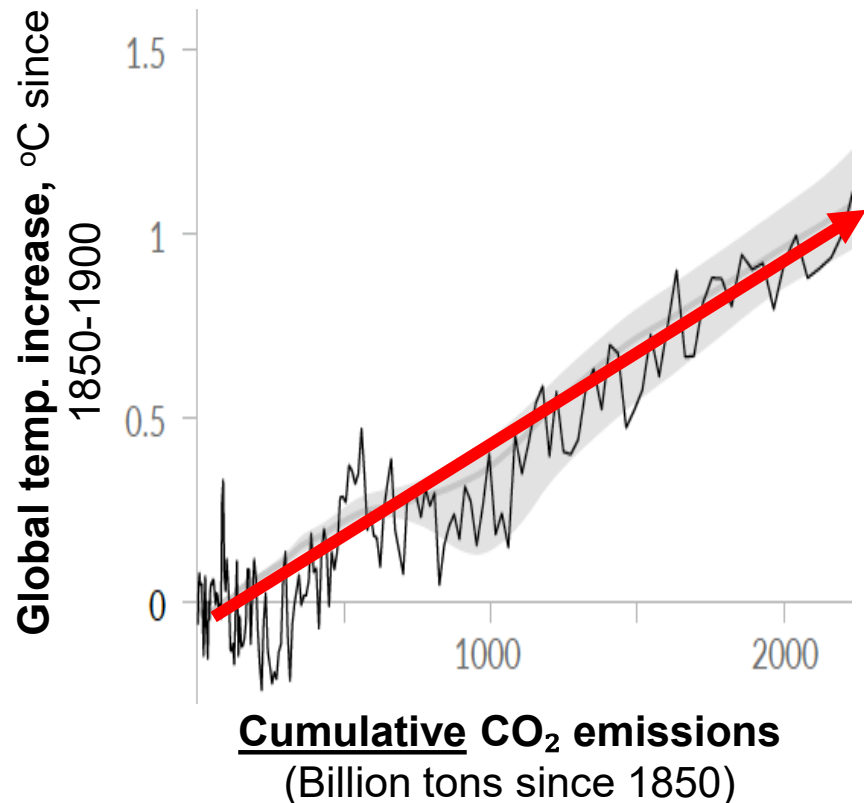


- IPCC AR6 WGIII: 20-30% of global GHG mitigation needed for 1.5C/2C pathways from AFOLU (mostly LULUCF CO₂)
- LULUCF: 25% of net mitigation efforts in country targets

However, due to confusion on LULUCF numbers, country LULUCF data have been excluded from the assessment of collective progress of the 1st the GST

Implications of comparing National GHG inventory vs. global models' emission scenarios

- Countries' progress would look better than it actually is (Grassi et al. 2021 *NatureCC*, Gidden et. al. 2023 *Nature*)
- **Net-zero emissions** globally would not be enough to halt warming (Allen et al. 2024 *Nature*)



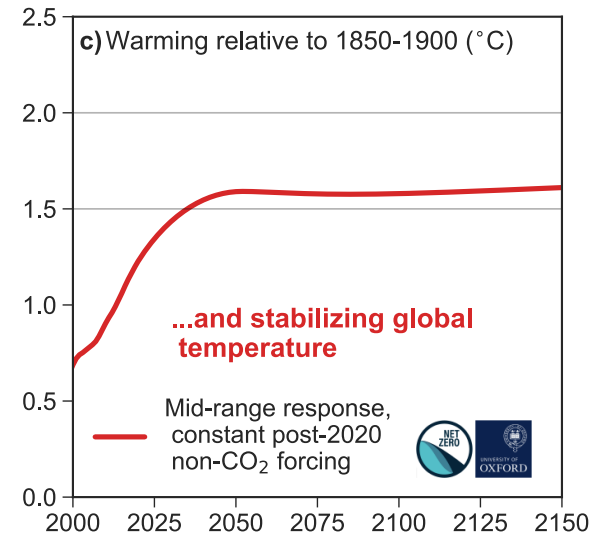
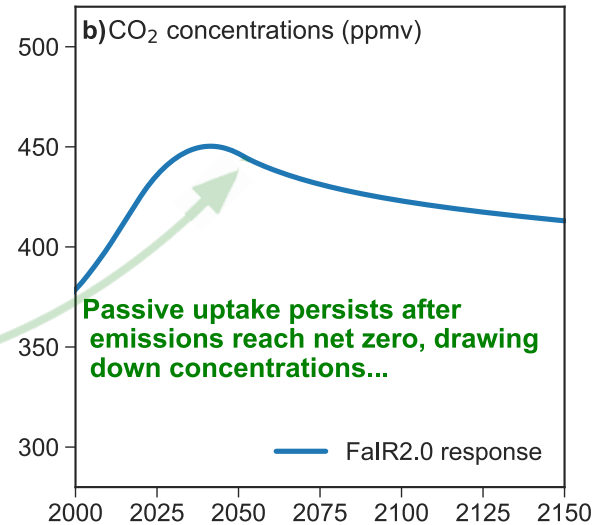
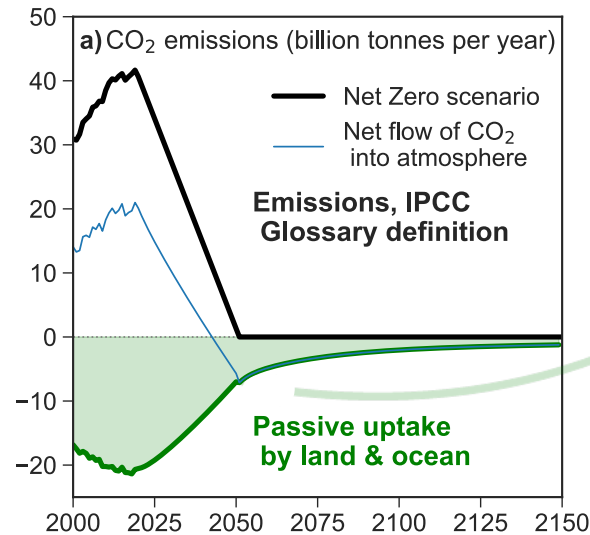
CO₂ accumulates in the atmosphere: every extra tonne of CO₂ adds to global warming.
Therefore:

- A 'Carbon Budget' may be estimated for a certain Temperature.
- Net-zero CO₂ emissions is a prerequisite to stop anthropogenic warming (along with reductions of other GHGs)

Geological Net Zero and the need for disaggregated accounting for carbon sinks

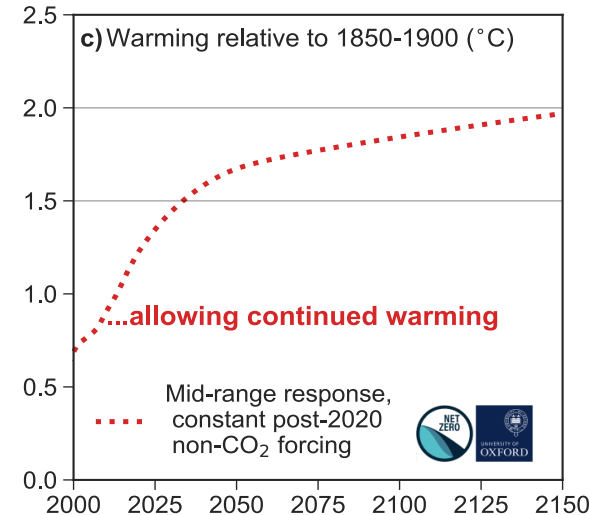
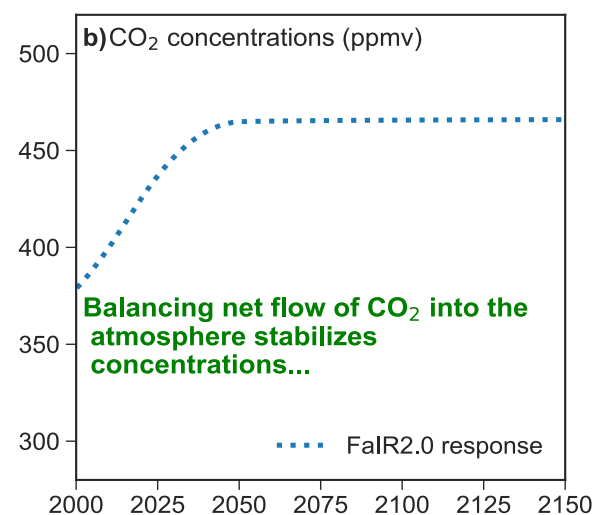
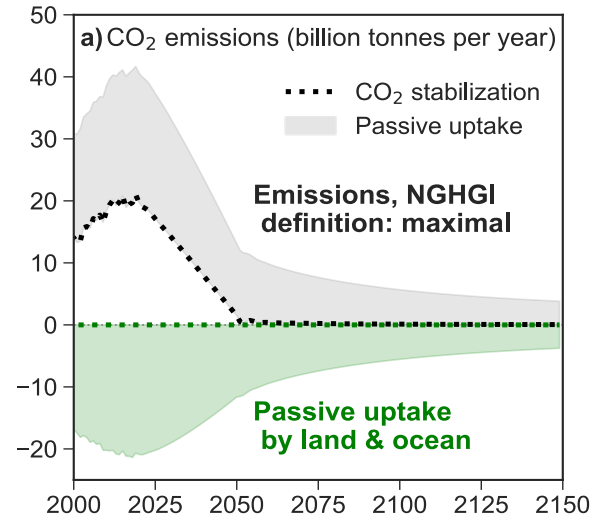
Myles R. Allen, David J. Frame, Pierre Friedlingstein, Nathan P. Gillett, Giacomo Grassi, Jonathan M. Gregory, William Hare, Jo House, Chris Huntingford, Stuart Jenkins, Chris D. Jones, Reto Knutti, Jason A. Lowe, H. Damon Matthews, Malte Meinshausen, Nicolai Meinshausen, Glen P. Peters, Gian-Kasper Plattner, Sarah Raper, Joeri Rogelj, Peter A. Stott, Susan Solomon, Thomas F. Stocker, Andrew J. Weaver & Kirsten Zickfeld

Net zero 2050 scenario: emissions minus passive uptake equals rate of change in atmospheric carbon dioxide load



Net zero emissions, as defined in IPCC Assessment Reports, halts CO₂-induced warming...

...provided 'passive' uptake is excluded from reaching zero, and that it persists after net zero

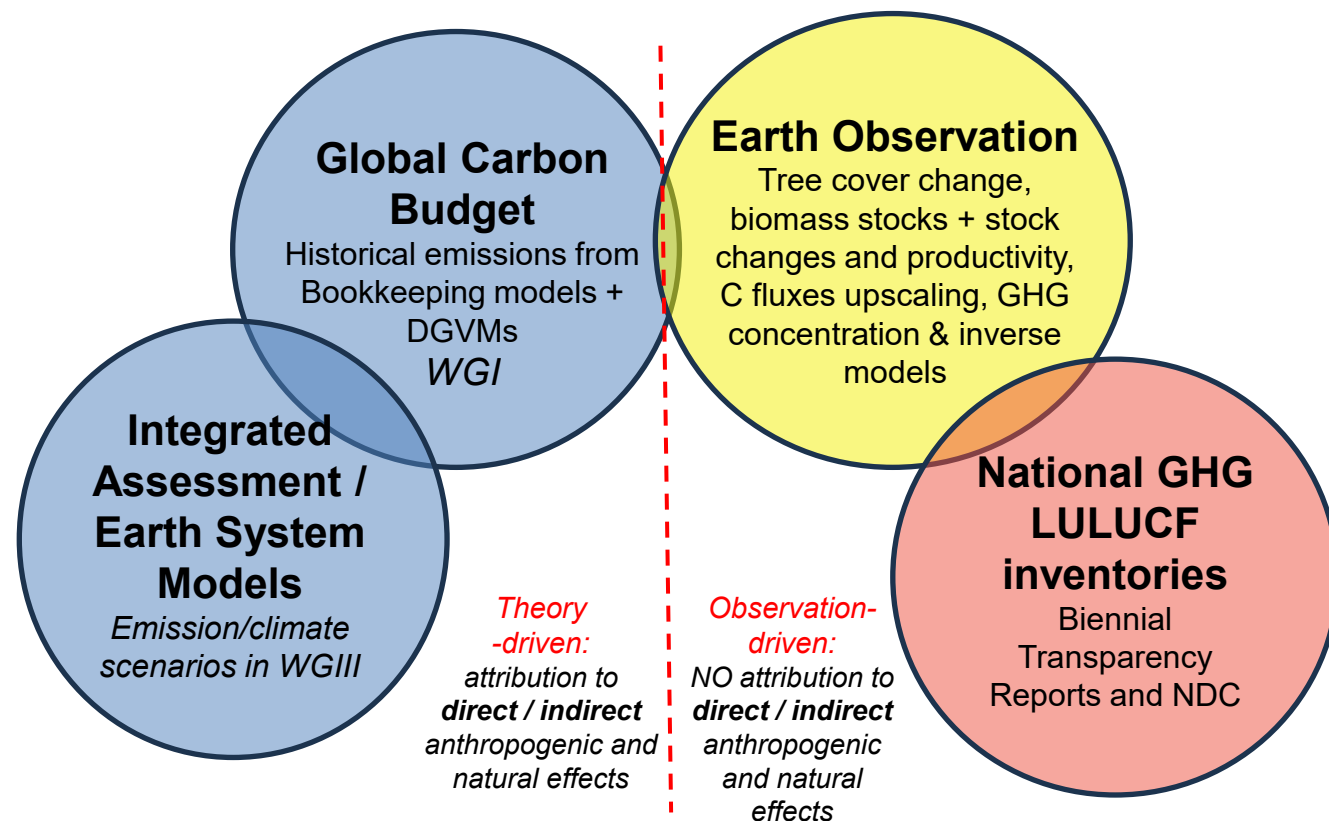


Under the National Inventories' definition, "net zero emissions" might only stabilize CO₂ concentrations...

IPCC Expert Meeting on land: participants and communities

- **Global carbon modelling** supporting the IPCC assessment reports, including the Global Carbon Budget (Bookkeeping Models and Dynamic Global Vegetation Models) and the Integrated Assessment Models
- **Earth Observation**
- **Country LULUCF GHG inventories**

111 experts (85 in person), 46 countries



Objectives of the IPCC Expert Meeting

- Develop a **common understanding of the gap** in land use estimates between the communities that support the IPCC Assessment Reports and national GHG inventories → *Where are we?*
- Set the basis for **greater collaboration** between various communities, aimed at developing a **greater confidence in anthropogenic land use estimates** → *Where do we want to go?*
- Outline concrete **steps that each community can take to ensure a greater comparability** between future IPCC products and national GHG data → *How do we get there?*

The challenge is to achieve **more credible and comparable LULUCF estimates**, allowing the next IPCC Assessment Report and the next Global Stocktake to assess the role of land use with more accuracy and consistency.

Where are we?

Have global emissions from deforestation increased or decreased in the period 2000-2020?

Multiple Choice Poll 73 votes 73 participants

Increased - 30 votes



Decreased - 33 votes



Remained stable - 5 votes



Not sure - 5 votes



Is land use (LULUCF) globally a source or a sink of emissions?

Multiple Choice Poll 74 votes 74 participants

A source - 51 votes



A sink - 20 votes

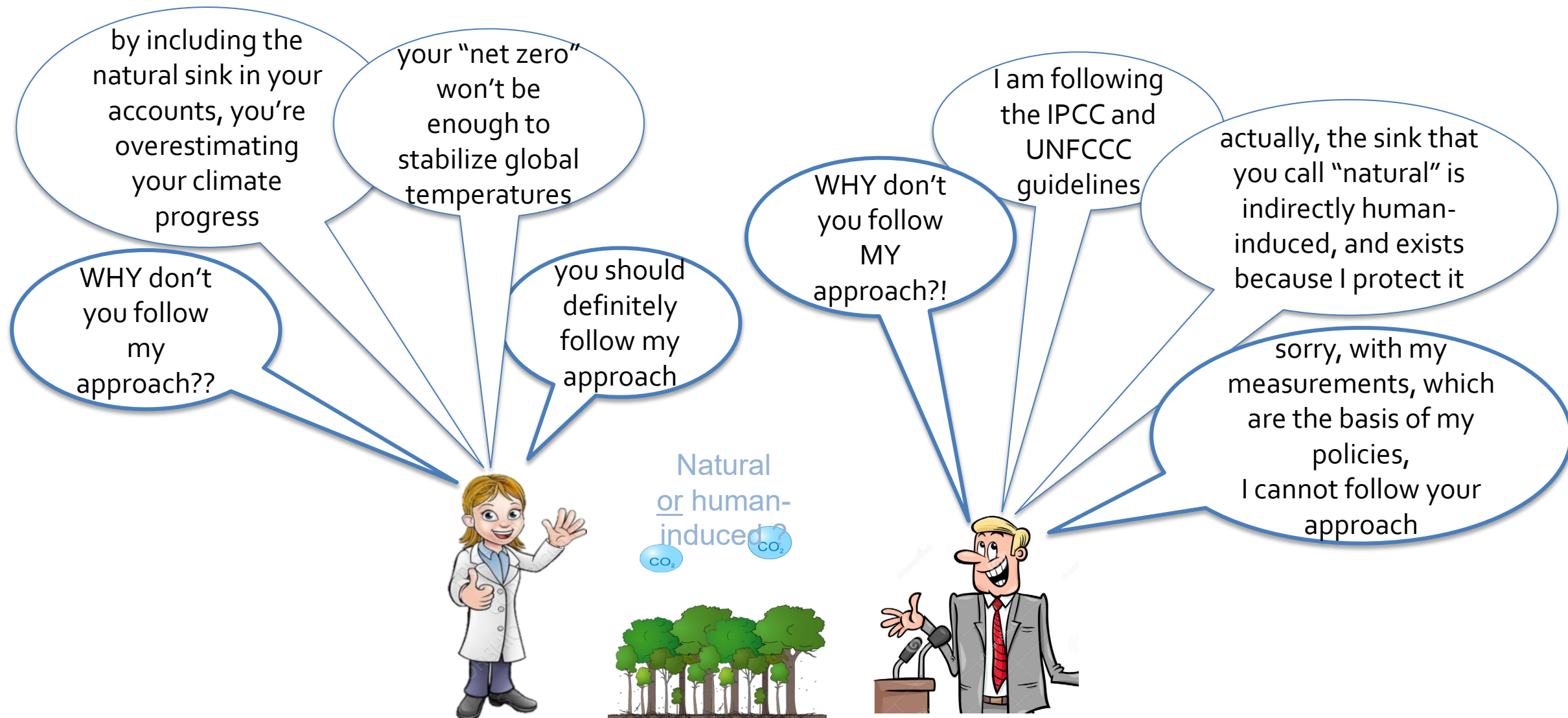


Close to Equilibrium - 0 votes



Not sure - 3 votes





Different communities working on the same topic use different “languages”, each valid in its context but incompatible in a dialogue without translation

Where do we want to go?

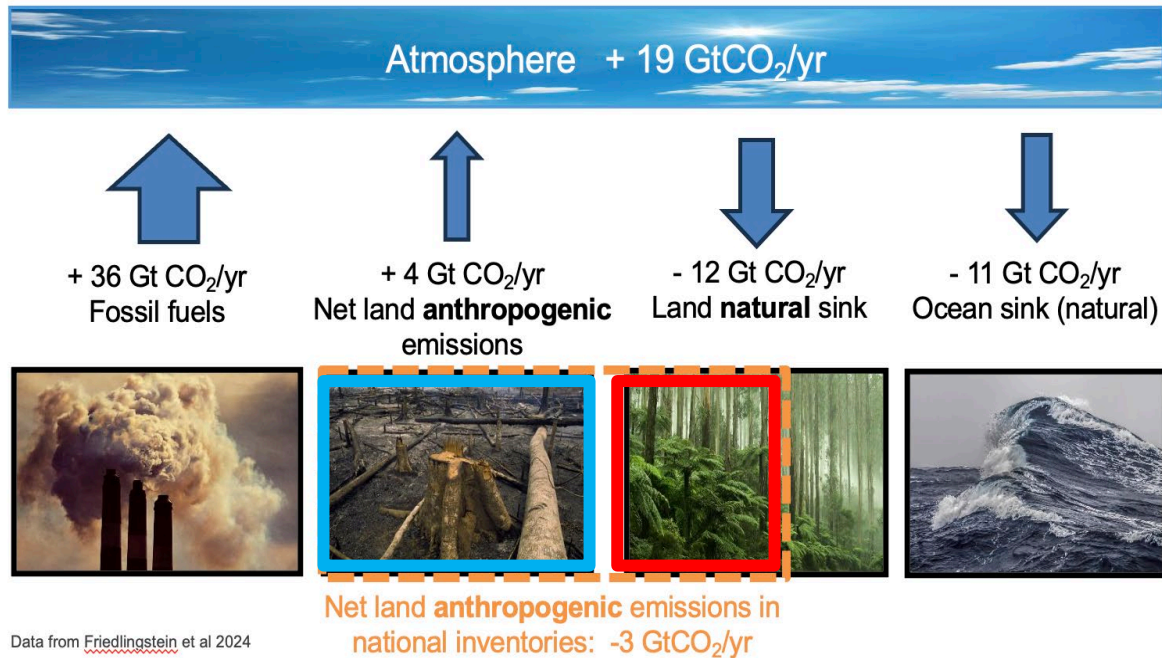
“Translate” the two languages, but...

...which direction of the translation?

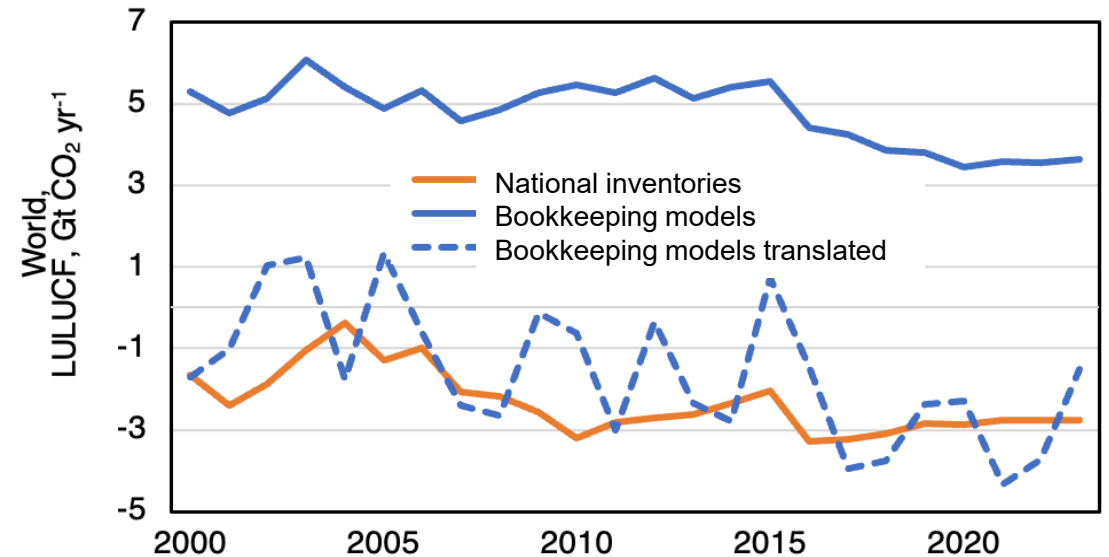


- National inventories typically rely on observations that do not allow separating direct and indirect anthropogenic effects as global models do.
- Global models are more flexible and can be operationally translated into the inventory approach.
- It is crucial that both the original results from global models and their translated versions are available in future IPCC reports and GST. This enables like-for-like comparisons of countries vs. models' approaches, while showing the **implications of different definitions**.

How is the translation done?



The "translation" adds the CO₂ sink considered 'natural' by models to the anthropogenic flux by Bookkeeping models.



Grassi et al. 2023, ESSD

The translation has significant implications:

- It reduces the remaining carbon budget as originally defined by global models.
- Reaching net-zero emissions globally would not be enough to halt warming

How do we get there

Improvements within each community: National GHG Inventories

- The "**managed land proxy**" remains the only widely applicable approach to estimate anthropogenic emissions and removals.
- The Biennial Transparency Report process represents an occasion to implement this proxy with **greater transparency**.
- Pending the availability of adequate resources - often lacking in developing countries -, additional voluntary information would facilitate understanding, e.g.:
 - more detailed stratification of activity data (i.e., areas where different activities are happening, such as land use changes, forest harvest/intensity, and shifting agriculture),
 - enhanced methodological information to help assessing the extent to which indirect effects are captured, which depends on the approach/Tier used, etc.;

Global Models

- Can be operationally “translated” into the inventory framework.
- Improvements include: enhanced accessibility to methods/data; better representation of forest demographics; improved integration of Earth observation data; better documentation of CO₂ fertilization effects; improved consistency between anthropogenic and natural components; disaggregation of results consistently with national inventories.
- Crucial to communicate to countries the implications for reaching the PA’s temperature goals

Earth Observation (EO)

- EO community already plays a key role in monitoring land use/cover and GHG flux estimation.
- Improvements include: cross-comparisons of EO data, improving transparency/accessibility of data, standardizing land use/cover classes, enhancing time-series consistency, better monitoring of forest disturbances and regrowth rates, improved estimation of C stock/stock changes, better validation with ground-based data, enhanced guidance and capacity building on how EO data can be integrated into inventories using IPCC methods.

Conclusions of the Expert Meeting

- Seeds of cooperation: a dialogue has begun among communities that had never truly interacted
- *Transparency, Translation, Communication of the implications*
- Enhanced collaboration within IPCC → key that IPCC AR7 provides *estimates and scenarios for anthropogenic emissions and removals from land consistent with the national inventory definitions*.
- The first results visible in 3-4 years, through the IPCC AR7, countries' reports, and the 2nd GST.

Report of IPCC Expert Meeting



IPCC Expert Meeting on
Reconciling Anthropogenic
Land Use Emissions

Report of IPCC Expert Meeting
9-11 July 2024, Ispra, Italy

Task Force on National Greenhouse Gas Inventories



IPCC side event at COP29



Domani

AMBIENTE

I calcoli del net zero sono da rivedere. E l'obiettivo potrebbe non bastare più





ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change





ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change





Crediti di carbonio forestali

Tra opportunità e rischi di greenwashing

Giorgio Vacchiano



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

LA STATALE



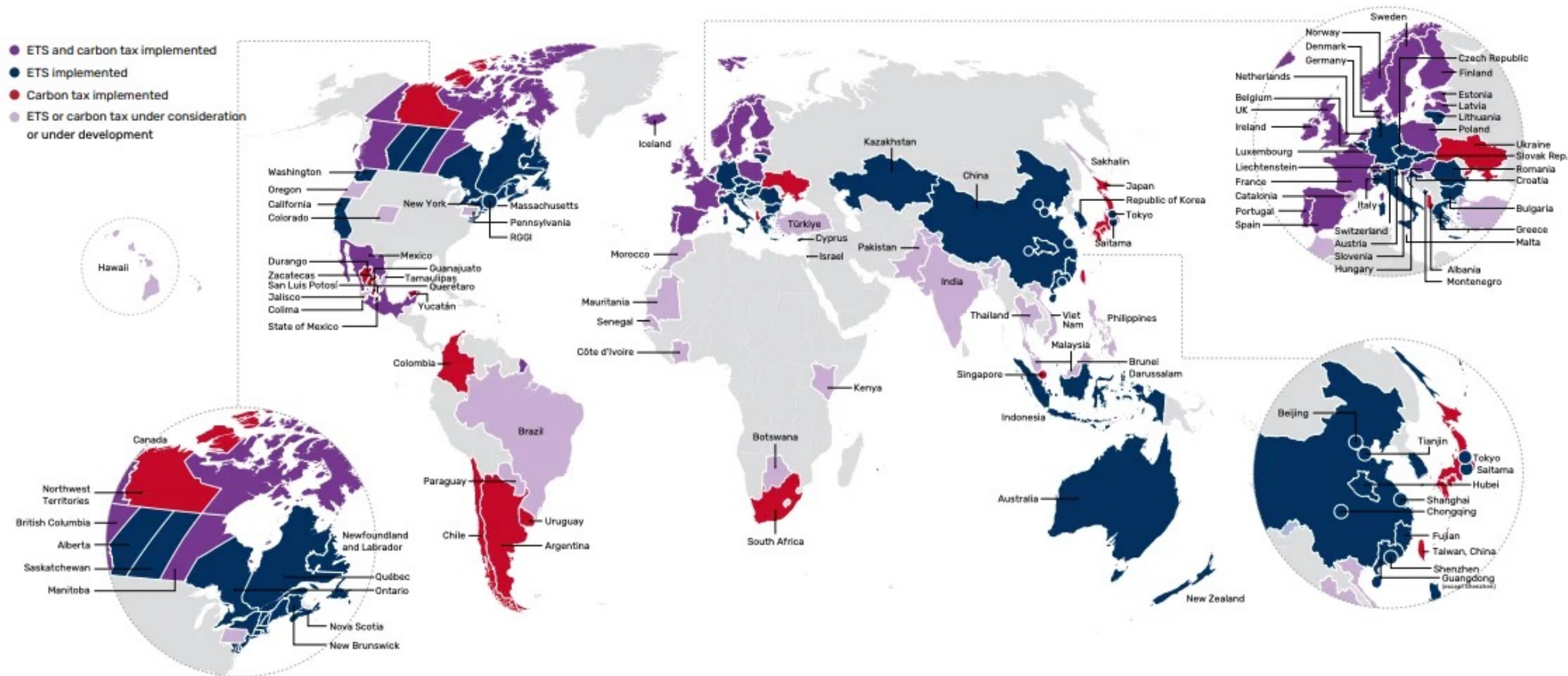
1 tonnellata di
CO2 rimossa o
evitata

=

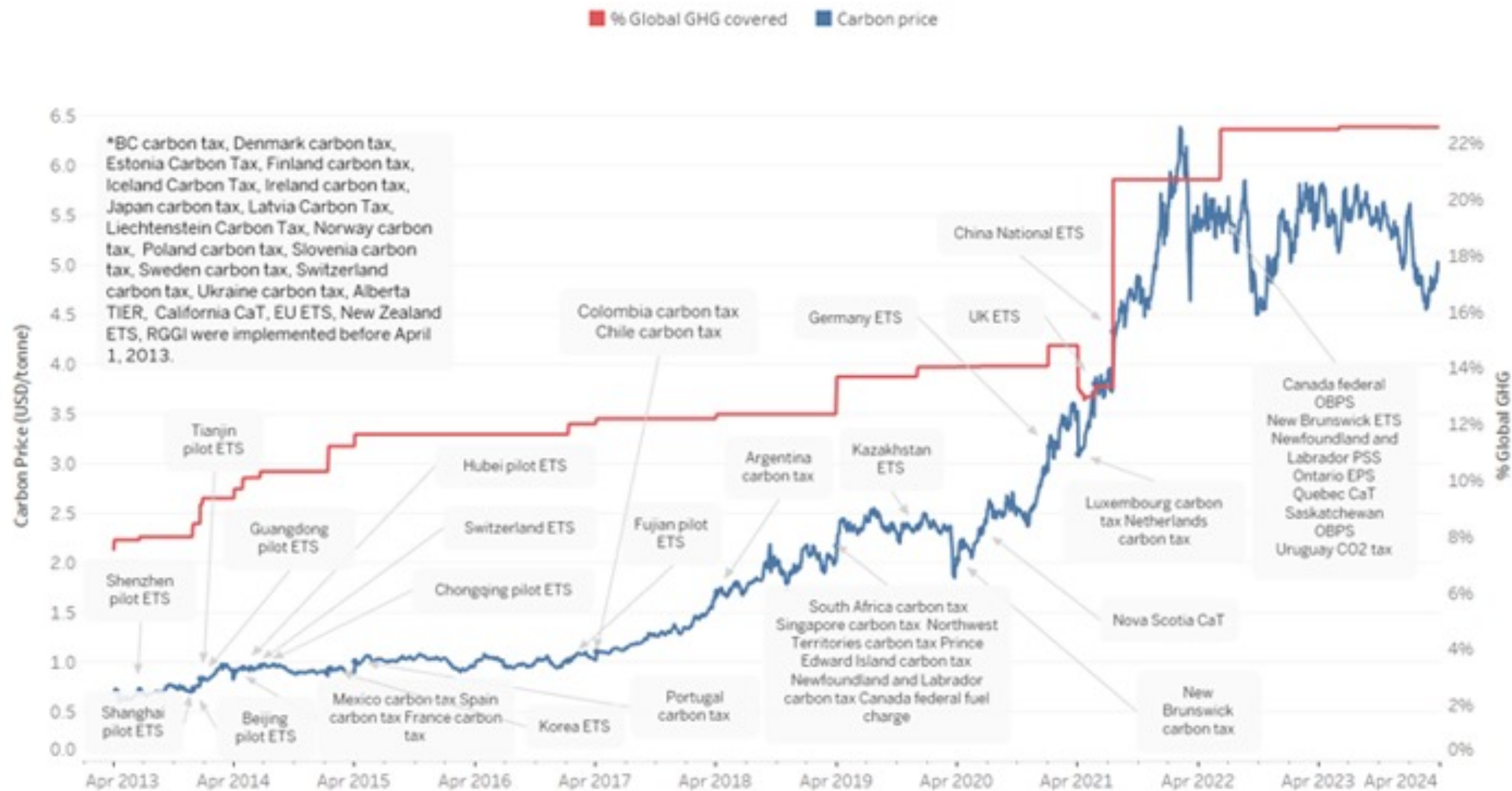


1
credito

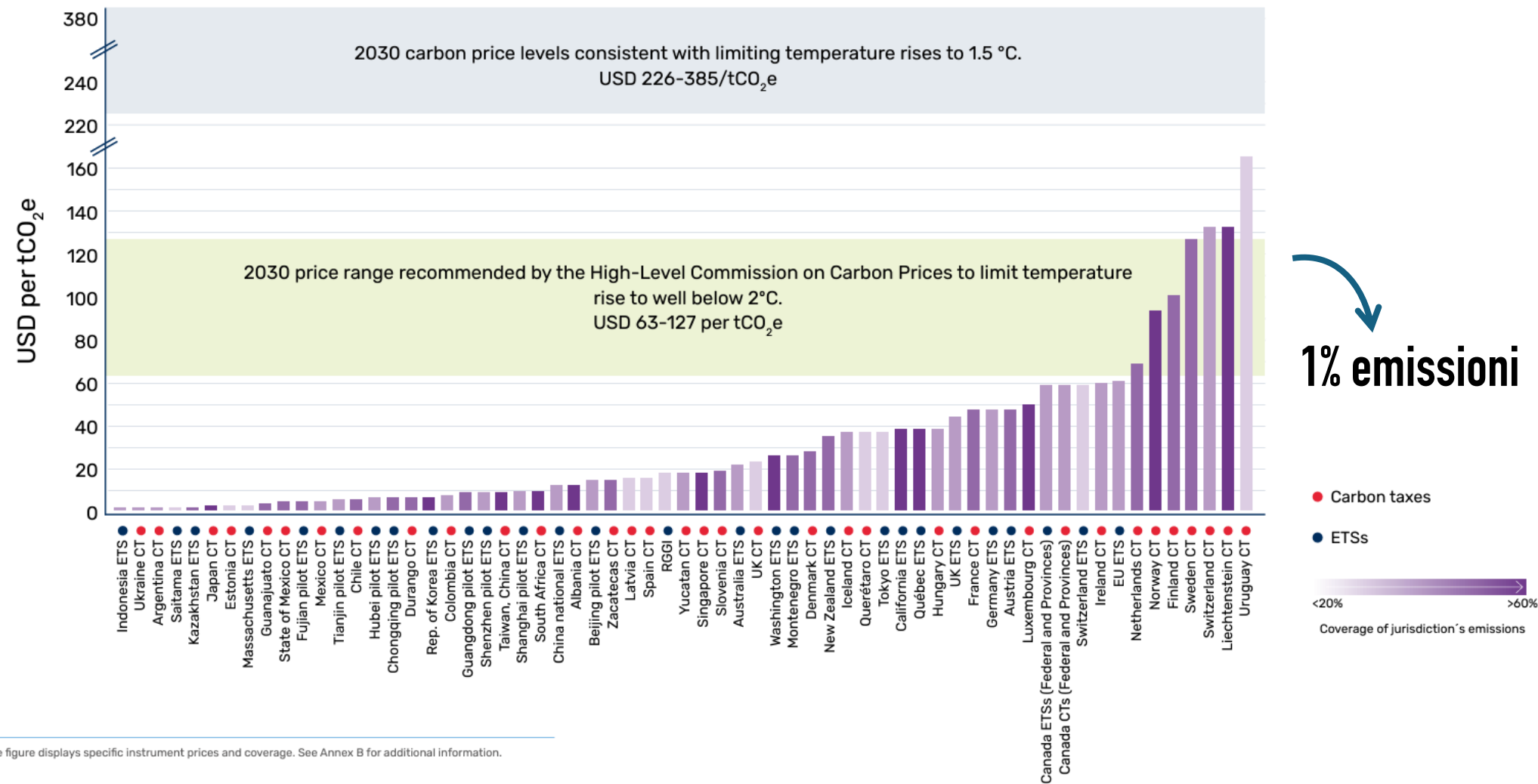
Mappa delle carbon tax e dei sistemi ETS



Fonte: World Bank



Prices and coverage across ETSs and carbon taxes, as of April 1, 2024



The figure displays specific instrument prices and coverage. See Annex B for additional information.

Most carbon emissions not yet priced

Percentage global carbon emissions

16%

< \$40 per
tonne carbon
emissions



4%

≥ \$40 per
tonne carbon
emissions

80% not priced

CO₂

THE VOLUNTARY CARBON MARKET (VCM)

VCM Market Size



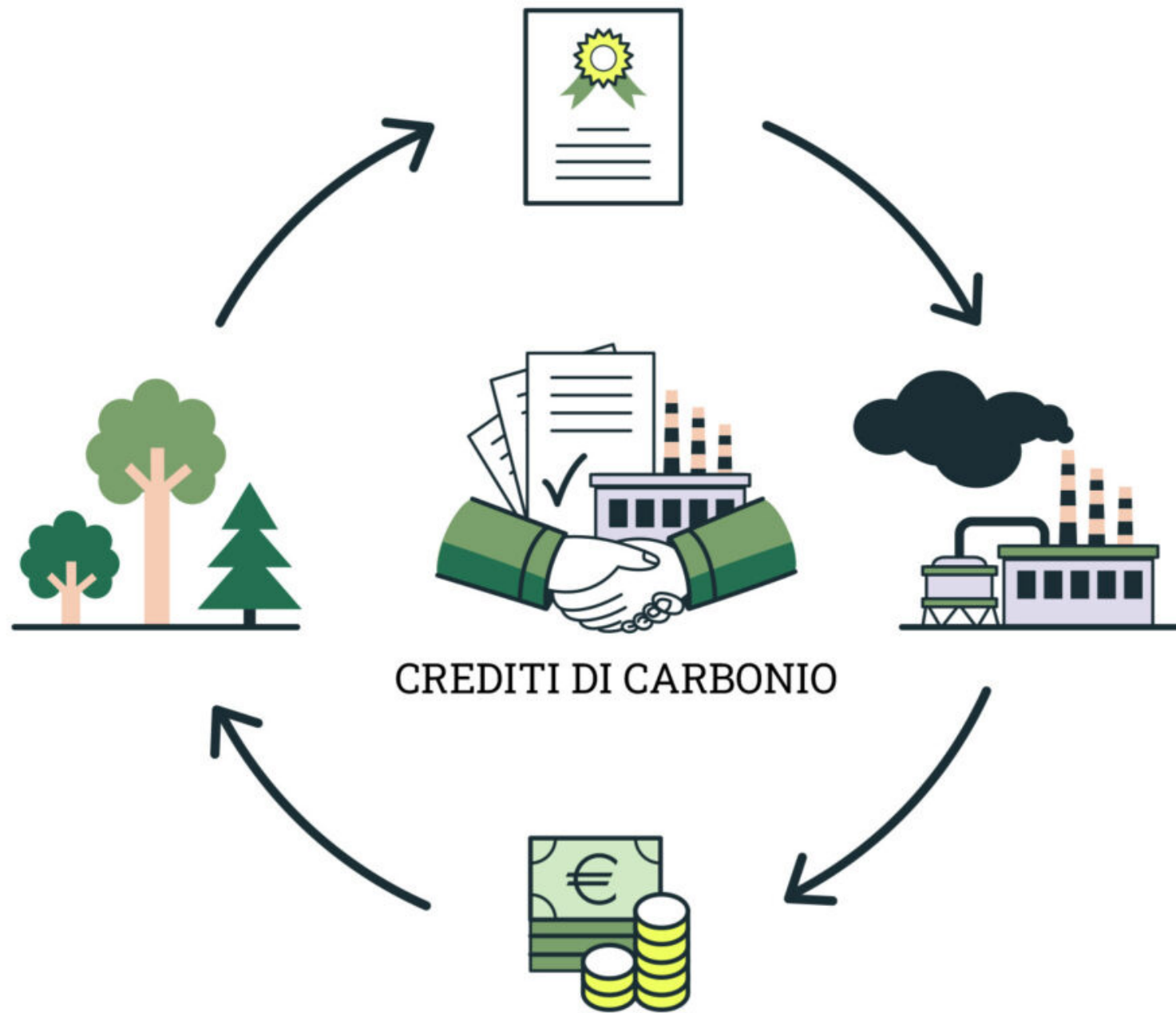
\$2bn

2022



\$5bn - \$50bn

2030



The role of **carbon credits**

Carbon markets may serve as a powerful mechanism to help the global economy decarbonize

The structure of the voluntary carbon market



Quality Indicators

- ✓ Additionality
- ✓ Leakage
- ✓ Permanence
- ✓ Co-benefits

Source: S&P Global Platts

Sector distribution (%) of top 100 buyers in the market for 2023



Carbon credit price dispersion across project types in 2023



The Rising Demand for

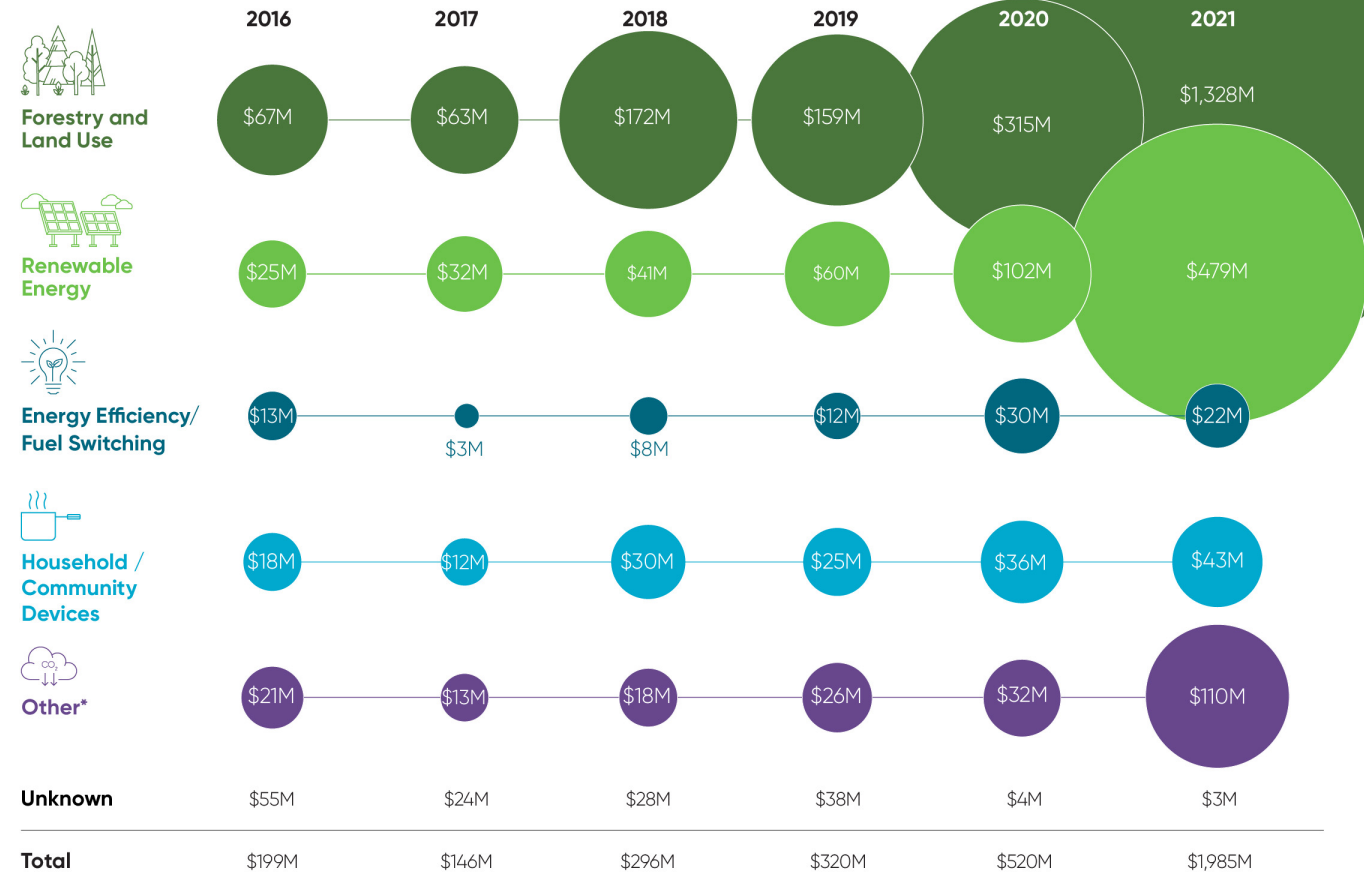
Nature-based Carbon Credits

Nature-based solutions (NBS) include conservation, restoration, and land management projects that generate carbon credits by avoiding, reducing or sequestering greenhouse gas (GHG) emissions.

As corporations look to make a sustainable impact while compensating for their emissions, nature-based carbon credits are in high demand.

Voluntary Carbon Market Transaction Values by Project Category

Millions

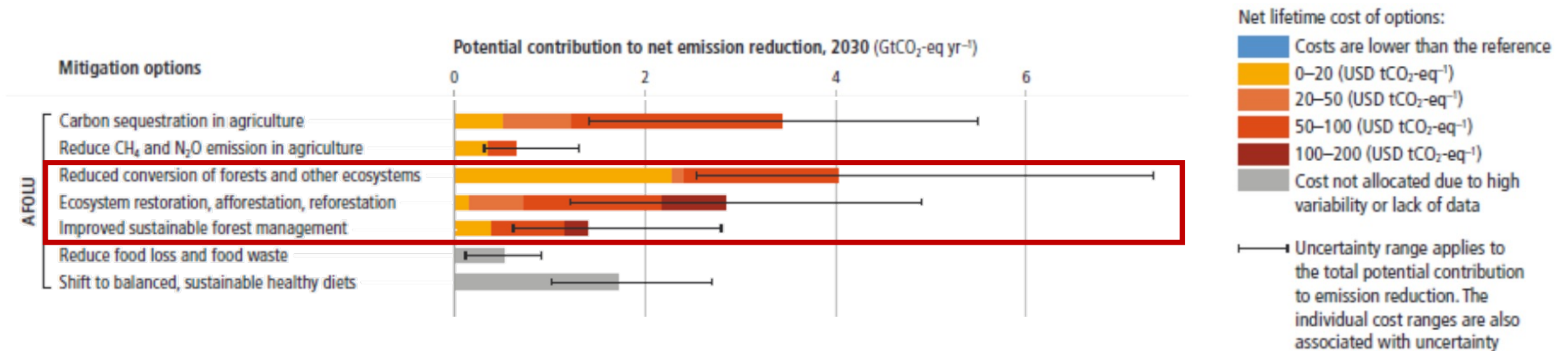


Figures have been rounded and may not sum up to the total.

*Other includes Waste Disposal, Transportation, Chemical Processes, Industrial Manufacturing and Agriculture.

Source: Ecosystem Marketplace

Secondo IPCC (2023, Sesto rapporto di valutazione, WGII Mitigazione) le misure forestali possono garantire una mitigazione di 4 (deforestazione evitata) +2.5 (afforestazione) +1.5 (miglioramento della gestione forestale) GtCO₂ all'anno, vale a dire il **17% delle attuali emissioni umane di gas serra .**



TIPOLOGIE DI COMPENSAZIONE

AVOIDANCE EVITARE O RIDURRE LE EMISSIONI DI GAS SERRA

È la **riduzione** delle emissioni di gas serra ottenuta rispetto a uno scenario di base.

Si ottiene attraverso progetti di efficienza energetica, di energia rinnovabile e di protezione dalla deforestazione.

REMOVAL RIMUOVERE LE EMISSIONI DI GAS SERRA

È la **rimozione** delle emissioni di gas serra ottenuta tramite attività che assorbono o catturano la CO₂ equiv.

Si ottiene attraverso progetti di gestione sostenibile delle foreste o pratiche agricole rigenerative.



TIPOLOGIE DI COMPENSAZIONE

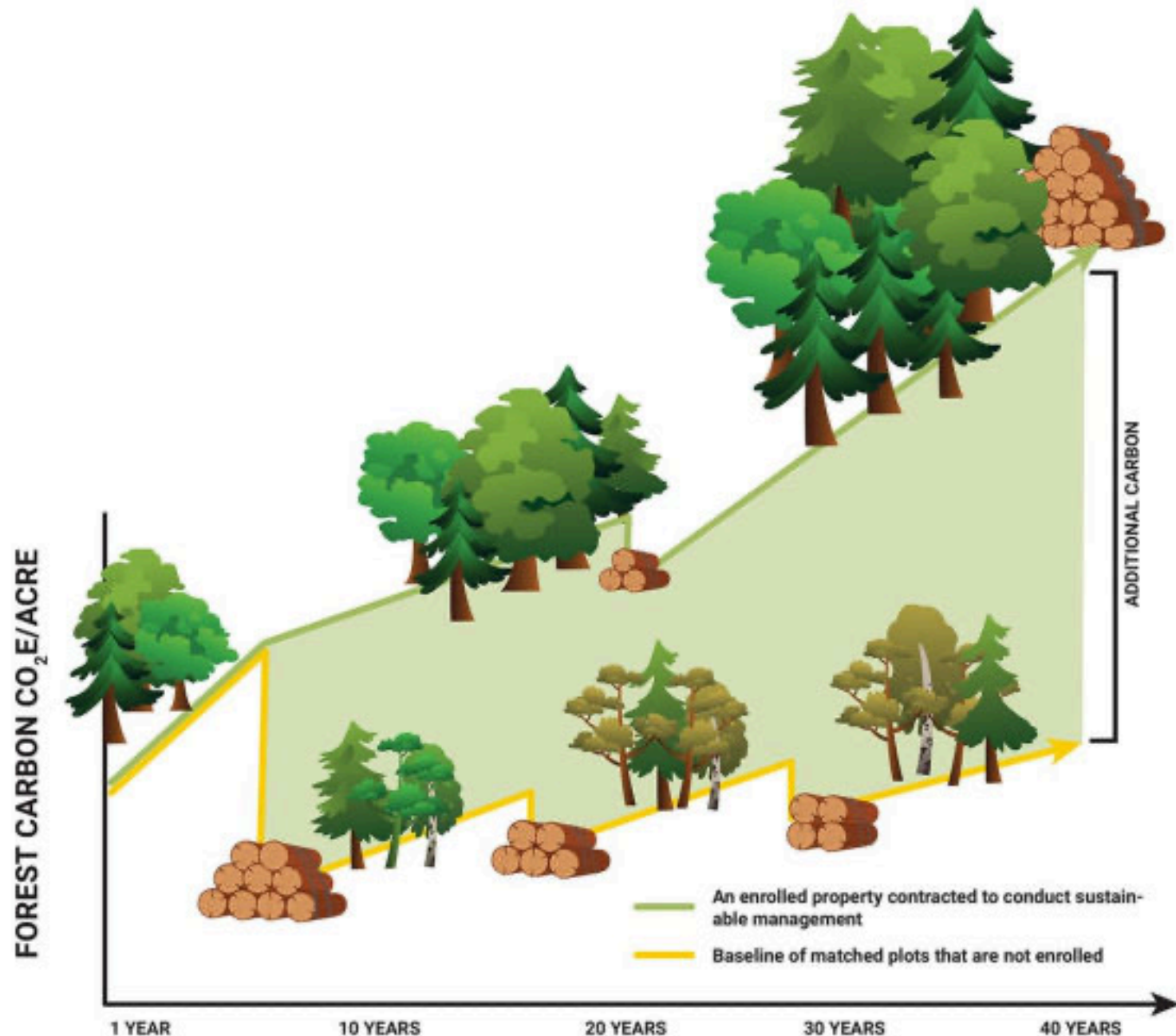
	NATURE-BASED SOLUTIONS Forestry / Agriculture	TECHNOLOGICAL Energy/ Industry
CARBON AVOIDANCE	 FOREST PROTECTION La deforestazione evitata porta a un miglioramento nella gestione della terra che si traduce in una riduzione delle emissioni di CO ₂ .	 RENEWABLE ENERGY Sostituzione centrali elettriche basate sui combustibili fossili con nuovi progetti di energia rinnovabile.  EFFICIENT COOKSTOVES & CLEAN WATER Cucinare o far bollire l'acqua con stufe efficienti riduce l'uso di energia fino all'80%.
CARBON AVOIDANCE AND REMOVALS	 SOIL CARBON I cambiamenti nella gestione della terra mantengono o aumentano il contenuto di carbonio nel suolo.  WETLANDS (INC. BLUE CARBON) Ripristino o costruzione di ecosistemi anaerobici ad alta densità di carbonio.	
CARBON REMOVALS	 AFFORESTATION/REFORESTATION La crescita degli alberi assorbe CO ₂ dall'atmosfera.  BIOCHAR La biomassa viene riscaldata ad alte temperature per prendere una forma stabile (alto contenuto di carbonio).	 DIRECT AIR CAPTURE La CO ₂ viene rimossa dall'atmosfera e immagazzinata nel sottosuolo.  CO2 TO DURABLE CARBON La CO ₂ viene rimossa dall'atmosfera e trattenuta in materiali a lunga durata.

CREDITI DI CARBONIO

IL CREDITO DI CARBONIO È:

ADDIZIONALE	REALE	MISURABILE	VERIFICATO	PERMANENTE	UNICO
La riduzione delle emissioni deve essere superiore al «business as usual» , ovvero non può verificarsi senza la realizzazione del progetto.	La riduzione (o rimozione) deve essere il risultato di un' attività fisica tangibile , comprovata e certificata ex-post .	La riduzione, o rimozione, deve essere misurata tramite metodologie di quantificazione formulate e riconosciute da standard internazionali.	La riduzione, o rimozione, deve essere verificata da una parte terza indipendente .	La rimozione non deve essere reversibile .	Il credito di carbonio derivante dalla riduzione, o rimozione, di unatonnellata di CO ₂ equivalente deve essere utilizzato in modo esclusivo tramite registri di parte terza indipendenti .

Fonte: ICROA



1. Addizionalità

La rimozione o l'emissione evitata che sono oggetto della transizione sono **aggiuntive** rispetto a quelle che si sarebbero realizzate in assenza del credito di carbonio (**baseline**).

Deforestazione evitata



Scandalo Verra

The Guardian, 2023

The Guardian

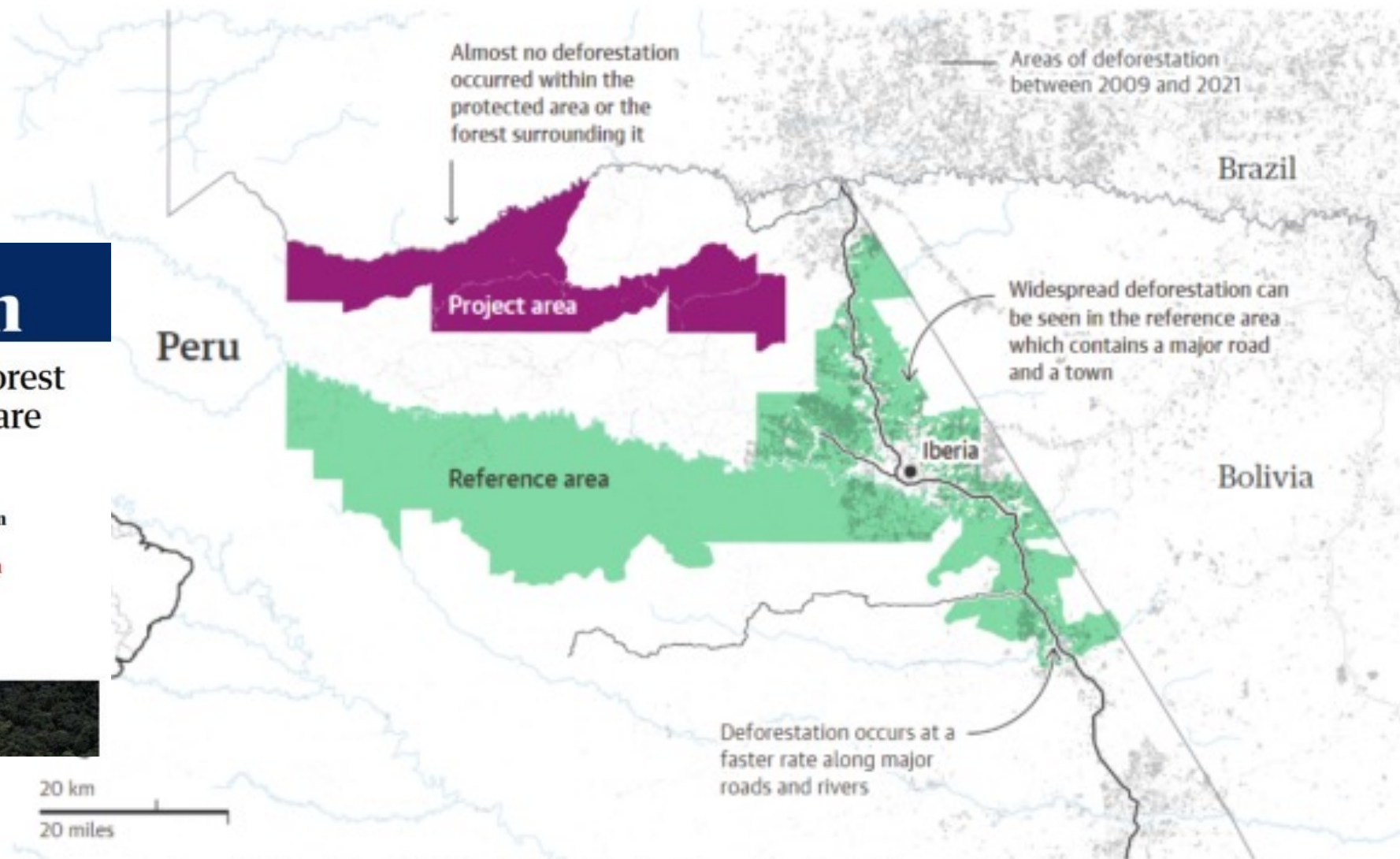
Revealed: more than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows

Investigation into Verra carbon standard finds most are 'phantom credits' and may worsen global heating

- 'Nowhere else to go': Alto Mayo, Peru, at centre of conservation row
- Greenwashing or a net zero necessity? Scientists on carbon offsetting
- Carbon offsets flawed but we are in a climate emergency



In this particular example - the Madre de Dios Amazon project - the reference area incorporates a road, which will potentially lead to a high rate of deforestation



Guardian graphic. Source: High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change by MC Hansen, PV Potapov, R Moore, M Hancher, SA Turubanova, A Tyukavina, D Thau, SV Stehman, SJ Goetz, TR Loveland, A Kommareddy, A Egorov, L Chini, CO Justice, and JRG Townshend. 2013. Referenced area sourced from project documents

Emissioni evitate (es. prevenzione incendi)



Afforestazione e riforestazione



L'albero giusto al posto giusto
Manutenzione e cura dell'impianto
PVS: costi inferiori, ma controlli più difficili



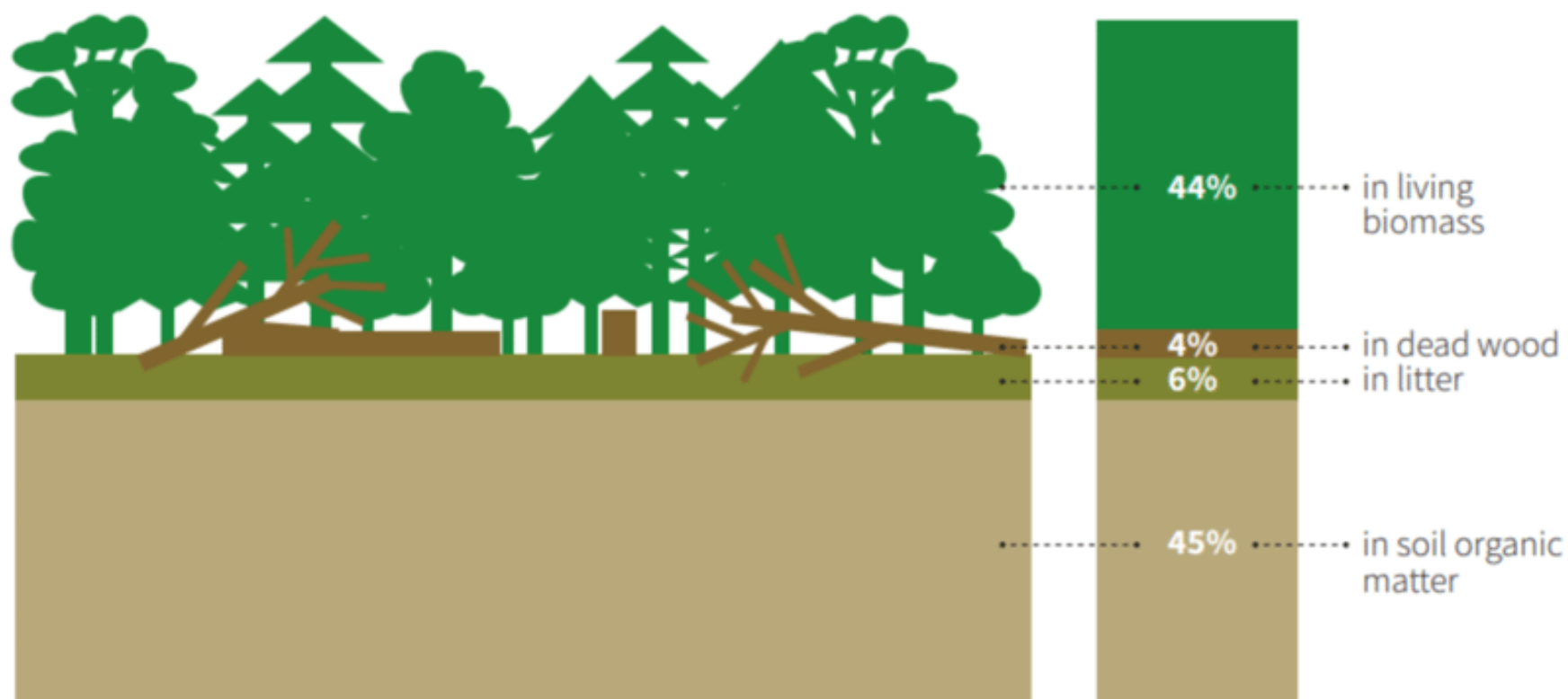
Miglioramento della gestione forestale



Allungamento della durata dei prodotti in legno

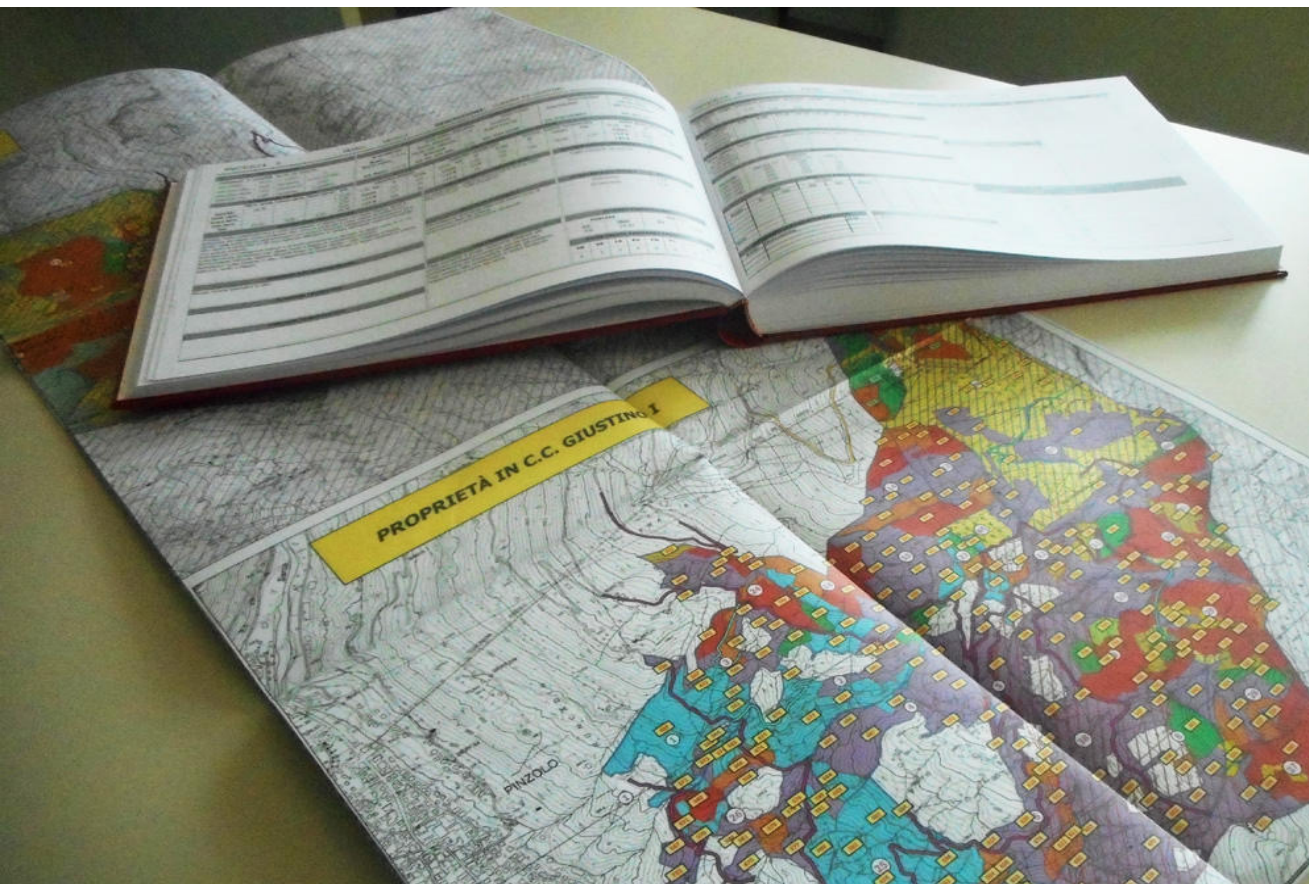


Occorre considerare l'addizionalità in tutti i **serbatoi forestali**, compresi i prodotti legnosi.
Non basta “mettere in produzione” un bosco abbandonato per avere diritto a crediti di carbonio.



2. Addizionalità legale e finanziaria

La rimozione o l'emissione evitata non si sarebbero realizzate senza l'incentivo del credito di carbonio.

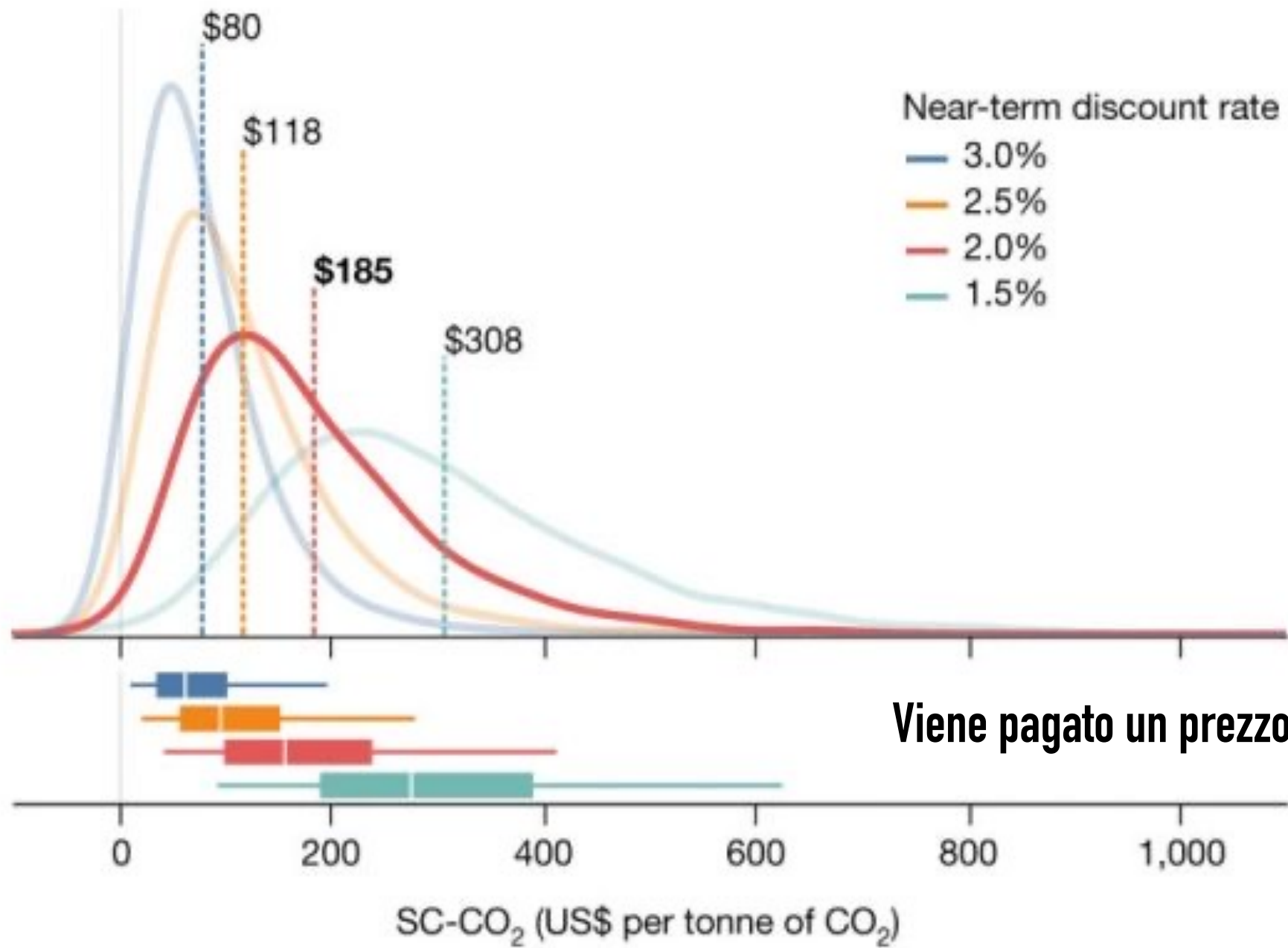




Addizionalità legale e finanziaria

**Scoraggia chi adotta pratiche o piani già virtuosi
Scoraggia i cambiamenti nelle politiche ambientali**

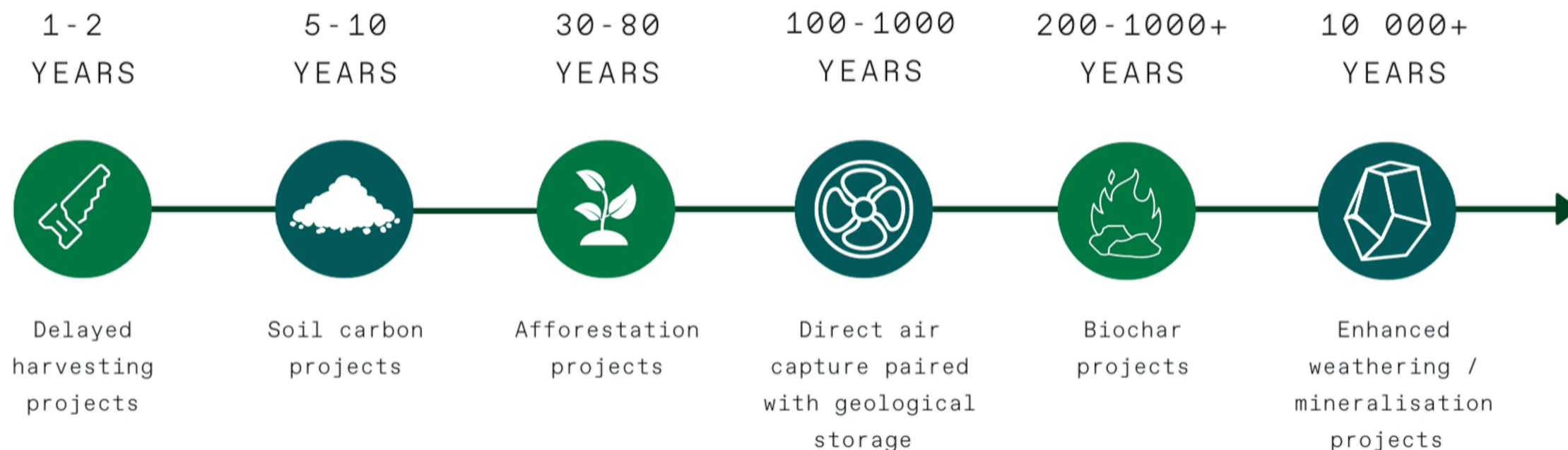
Viene pagato un prezzo “reale”?



Viene pagato un prezzo “reale”?

3. Permanenza

La rimozione o l'emissione evitata devono essere garantite per un periodo minimo definito.



Permanenza



Evitare durate troppo brevi per avere effetto sull'atmosfera



Evitare durate troppo lunghe per rendere impossibile il monitoraggio

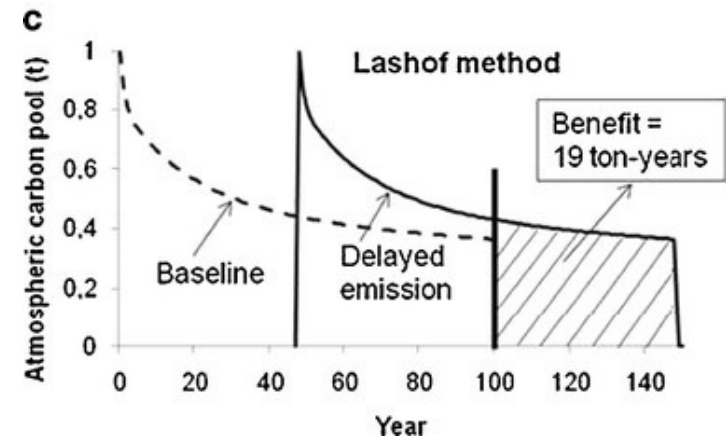
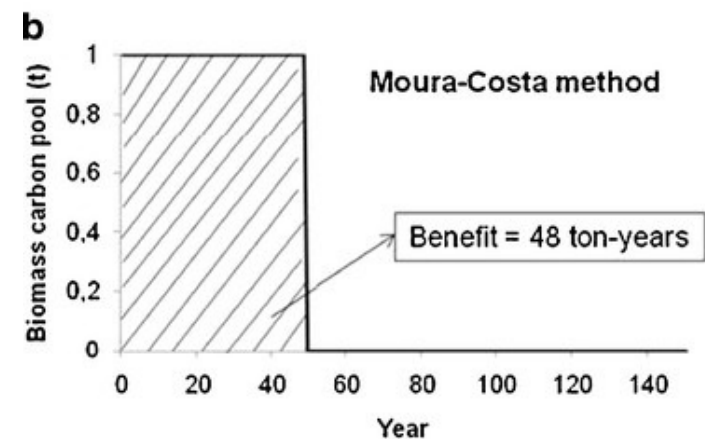
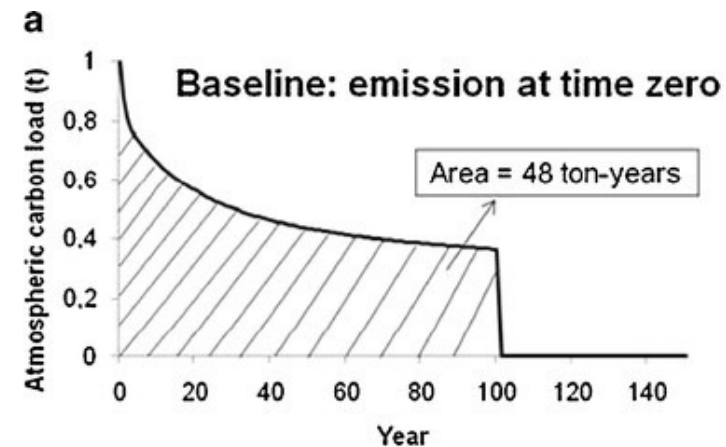
Permanenza

I crediti di carbonio forestali sono per definizione **impermanenti**.



Permanenza: soluzioni

- “Buffer di sicurezza” non accreditato per tenere conto di perdite impreviste (es. incendi)
- Valore del credito proporzionale al periodo di permanenza (fino a 1:130)
- Accredito annuo ex-post a assorbimento realizzato, anziché completo ex-ante



4. Leakage

**L'assorbimento di carbonio in una foresta genera una emissione supplementare in un'altra foresta?
E' quello che ci aspettiamo a parità di domanda di legno o prodotti responsabili di deforestazione.**



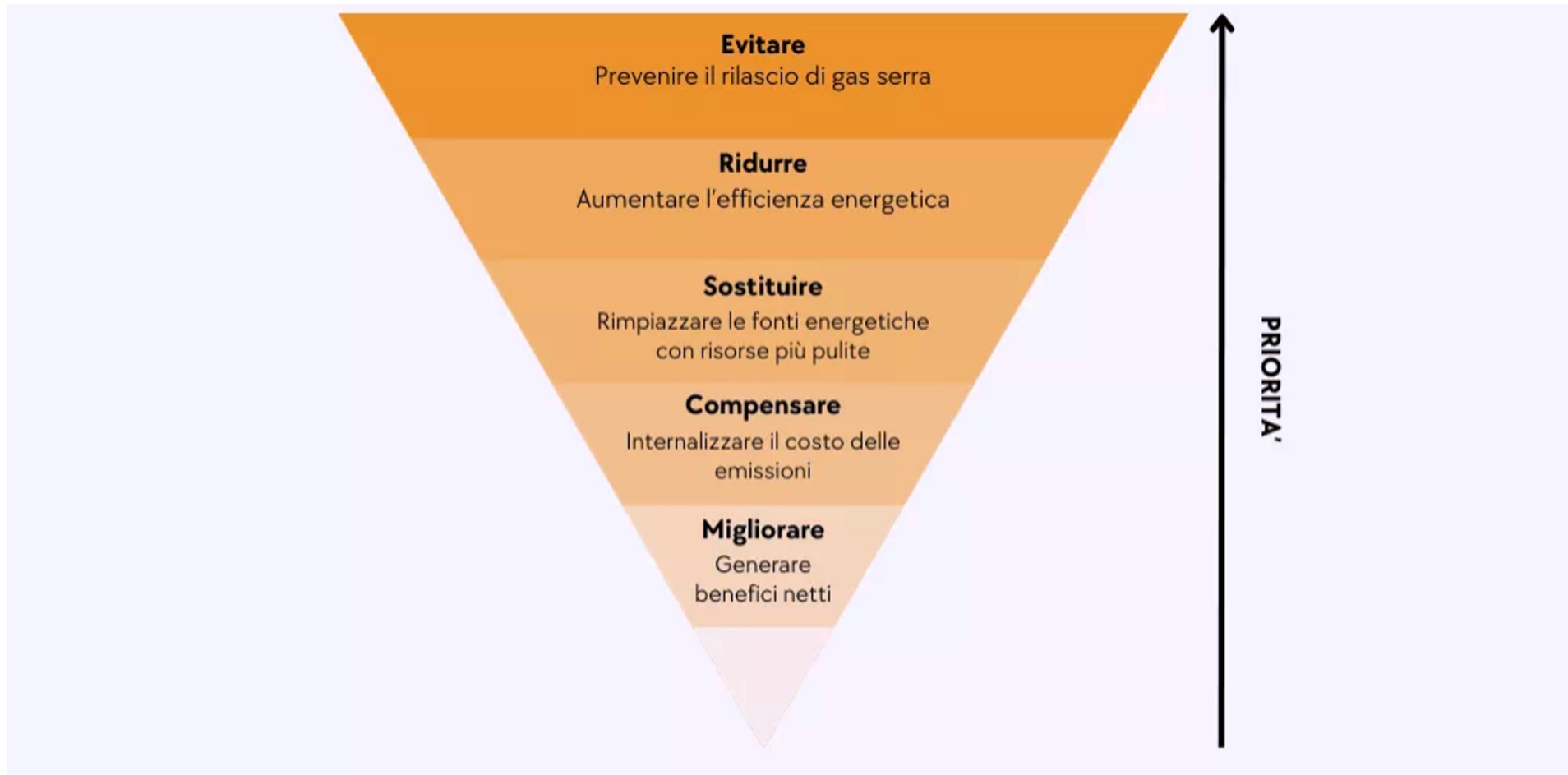
Leakage

Molto difficile da controllare, soprattutto in un Paese (come l'Italia) con molte **proprietà forestali private** e un'elevato tasso di **importazione dall'estero**.



5. Gerarchia di mitigazione delle emissioni

Poiché le compensazioni coprono una minima parte delle emissioni, è necessario dare la precedenza a **eliminarle o ridurle**, compensando solo la parte residua.



The 3 Scopes of GHG Emissions

As organizations work to decarbonize, it's important to identify the carbon footprints that come from various stages in the value chain.

There are **three groups or 'scopes'** that categorize the emissions a company creates, as defined by the Greenhouse Gas (GHG) Protocol Corporate Standard.

1

Scope 1 covers direct emissions that come from sources that are owned or controlled by the company.

- ◆ On-site manufacturing and industrial processes
- ◆ Computers and data centers
- ◆ On-site transportation

2

Scope 2 covers indirect emissions from the purchased or acquired energy consumed by the company.

- ◆ Purchased electricity, steam, heating, and cooling
- ◆ Emissions depend on the source of electricity

3

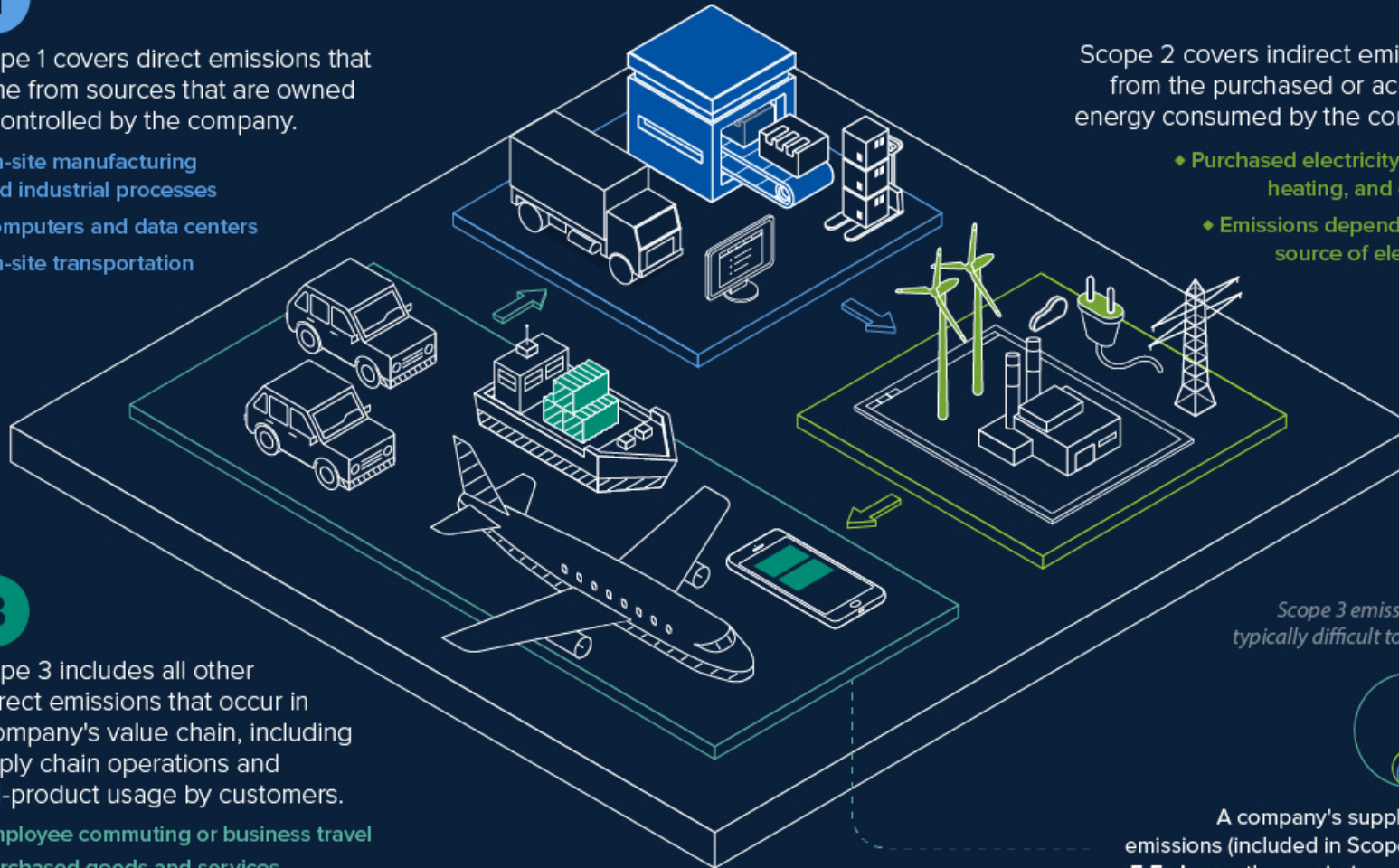
Scope 3 includes all other indirect emissions that occur in a company's value chain, including supply chain operations and end-product usage by customers.

- ◆ Employee commuting or business travel
- ◆ Purchased goods and services
- ◆ Use of sold products

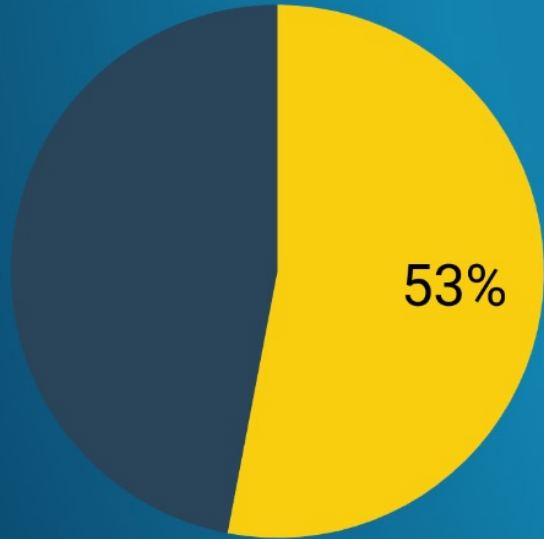
Scope 3 emissions are typically difficult to control

A company's supply chain emissions (included in Scope 3) are **5.5x larger** than emissions from its direct operations (Scope 1 and 2).

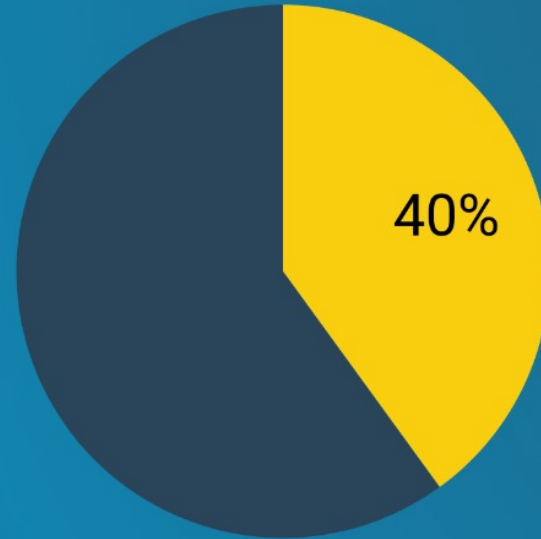
Source: CDP



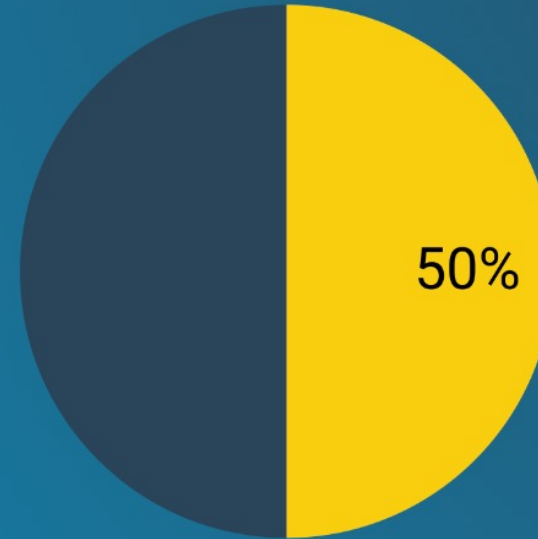
Green Claims



53% of green claims give vague, misleading or unfounded information



40% of claims have no supporting evidence



Half of all green labels offer weak or non-existent verification



There are 230 sustainability labels and 100 green energy labels in the EU, with vastly different levels of transparency

Source: European Commission - Green claims - New criteria to stop companies from making misleading claims about environmental merits of their products and services
https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/green-claims_en



EU GREEN CLAIMS DIRECTIVE

THE END OF GREENWASHING IN
EUROPE



6. Effetti ecologici indesiderati

Della messa a dimora di alberi



Della riduzione di prelievo di legno



Carbon project co-benefits



CREDITI DI SOSTENIBILITÀ

Parco Nazionale e Riserva di Biosfera "Appennino tosco-emiliano"

[HOME](#)

[IL PROGETTO](#)

[LE FORESTE](#)

[ACQUISTA](#)

[TRASPARENZA](#)

[MEDIA](#)

13

Proprietari/Gestori coinvolti

8.301ha

Di foreste certificate

4.009

Crediti di Sostenibilità generati

798

Crediti di Sostenibilità messi a riserva in caso di incendi o imprevisti

2.161

Crediti di Sostenibilità già venduti

1.050

Crediti di Sostenibilità ancora disponibili

132.297€

Potenziale valore economico dei Crediti di Sostenibilità

100%

Valore economico generato distribuito alle comunità locali

7. Protocolli eterogenei e in parte contraddittori

Standard	Acronym	Website	Year of establishment	Geographic Scope
American Carbon Registry	ACR	https://americancarbonregistry.org/	1996	North America
Bcarbon Soil Carbon Credit Systems	Bcarbon	https://bcarbon.org/protocols	2020	Global
Certified Carbon Standard (Cercabono)	CCS	https://www.cercabono.com/who-we-are/	2018	Global
City Forest Credits	CFC	https://www.cityforestcredits.org/	2015	USA
Climate Action Reserve	CAR	https://www.climateactionreserve.org/how/carbon-market-directory/	2001	North America
Climate Forward	CF	https://climateforward.org/program/methodologies/reforestation/	2019	Global
Climate, Community and Biodiversity	CCB - Verra (2014)	https://www.climate-standards.org/	2005	Global
CO2 Removal Certificates (by Puro.earth)	CORC	https://puro.earth/puro-standard-carbon-removal-credits/	2019	Global
Gold Standard	GS	https://www.goldstandard.org/	2003	Global
Nori	Nori	https://nori.com/	2017	USA
Plan Vivo	Plan Vivo	https://www.planvivo.org/standard-overview	1994	Global
ProClima	ProClima	https://proclima.net.co/wp-content/uploads/2021/02/ProClima-Standard-v2.3.pdf	2018	Colombia and Global
RegenAgri	RegenAgri	https://regenagri.org/wp-content/uploads/2022/02/regenagri-standard-criteria-v2.1.pdf	2022	Global
Social Carbon	SC	https://www.socialcarbon.org/	1998	Global
The REDD+ Environmental Excellence Standard	TREES	https://www.artredd.org/trees/	2020	Global
Verified Carbon Standard	VCS - Verra	https://verra.org/project/vcs-program/	2006	Global

Protocolli eterogenei e in parte contraddittori

Standard	Acronym	Website	Year of establishment	Geographic Scope
American Carbon Standard				America
Bcarbon Soil Carbon				
Certified Carbon Standard (Cercabono)				
City Forest Credit				
Climate Action Reserve				America
Climate Forward				
Climate, Community & Biodiversity				
CO2 Removal Certificate (Puro.earth)				
Gold Standard	GS	https://www.goldstandard.org/	2003	Global
Nori	Nori	https://nori.com/	2017	USA
Plan Vivo				
ProClima				and
RegenAgri				
Social Carbon				
The REDD+ Environmental Excellence Standard				
Verified Carbon Standard	VCS - Verra	https://verra.org/project/vcs-program/	2006	Global

In che cosa differiscono: addizionalità e stima della *baseline*, permanenza, *leakage*, anticipazione delle quote generate, *risk management*, doppio conteggio-Registri, confini delle stime (emissioni da uso carburanti, macchine, fertilizzanti, ...), **co-benefici** (ambientali e sociali)

Processo di selezione/integrazione tra standard (emergono VCS-Verra, ACR, Plan Vivo) con VCS-Verra che tende a diventare lo standard di riferimento (89% del mercato – fonte E.M.)



crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria



CODICE FORESTALE DEI CREDITI CLIMATICI

CREA – Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia

Saverio Maluccio

8. Effetti sociali: popoli indigeni e comunità locali



Il Venezuela e altri stati del Sud del mondo hanno chiesto una moratoria internazionale sui crediti di carbonio e sui crediti per la biodiversità.



Spesso, la domanda di crediti è **sganciata** dagli interessi e dalla cura per il territorio.



Carbon neutral
by 2040

'We want to achieve net-zero CO2 emission by 2040'



Carbon negative
by 2030

'By 2030, Microsoft will have a negative carbon footprint'



Carbon neutral
since 2007

'In 2007, we were the first large company to commit and to achieve carbon neutrality'

9. Comunicare i crediti di carbonio

Soluzione magica



Polarizzazione



10. Utilità pubblica o privata?

Il beneficio è pubblico e dovrebbe essere garantito dallo Stato

Se è gestito da capitali privati può davvero fare il bene della comunità?

Al tempo stesso, il coinvolgimento di capitali privati è necessario nella transizione.

Chi garantisce controllo e monitoraggio?

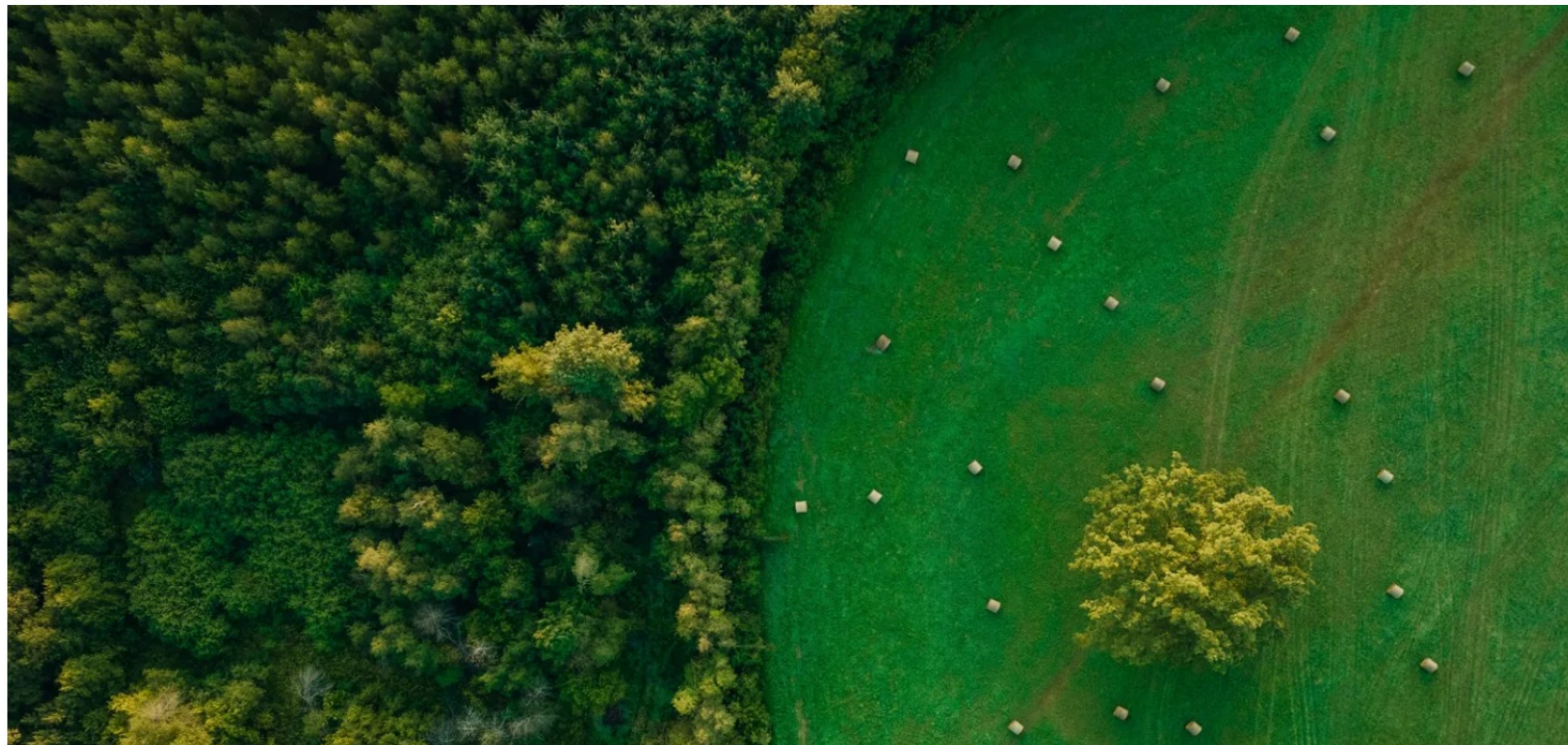




CRISI CLIMATICA / APPROFONDIMENTO

È possibile aggiustare i crediti di carbonio? Una critica e una proposta. Che riguardano l'Italia

di **Marco Allocco**, **Giorgio Vacchiano**, **Benedetto Rugani** e **Carlo Calfapietra** — 4 Ottobre 2024





gvacchiano@gmail.com

Giorgio Vacchiano



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

LA STATALE

Il ruolo del settore AFOLU nella sfida della neutralità climatica

Marina Vitullo

ISPRA - Institute for Environmental Protection and Research

Article 13 of the Paris Agreement: transparency of action and support

Reporting	All parties shall • National GHG inventory report (article 13.7 (a)) • Progress made in implementing and achieving nationally determined contribution (NDC) (article 13.7 (b)) All parties should, as appropriate • Climate change impacts and adaptation (article 13.8)	Developed countries Parties shall and other Parties that provided support should • Financial, technology transfer and capacity-building provided and mobilized to developing countries Parties under articles 9, 10 and 11 (article 13.9) Developing countries Parties should • Financial, technology transfer and capacity-building support needed and received under articles 9, 10 and 11 (article 13.10)
Technical expert review	All parties shall • Undergo technical expert review of information submitted under articles 13.7 (article 13.11)	Developed countries Parties shall and other Parties that provided support may • Undergo technical expert review of information submitted under articles 13.9 (article 13.11)
Facilitative multilateral consideration of progress	All parties shall • Facilitative multilateral consideration of progress with respect to effort under article 9, and its respective implementation and achievement of its NDC (article 13.11)	

Implementing the Enhanced Transparency Framework (ETF)



ETF

With the adoption of the Paris Agreement, a new **Enhanced Transparency Framework (ETF)** was established, with common rules applicable to all Parties and the provision of specific flexibilities for those developing countries that need them in light of their capacities.



MPGs

Modalities, Procedures and Guidelines (MPGs) for the ETF were adopted as part of the Paris Rulebook, containing the rules and requirements applicable to all countries for effective implementation of the ETF.

Reporting obligations for Parties are included in the Annex to Decision 18/CMA.1:

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2018_03a02E.pdf

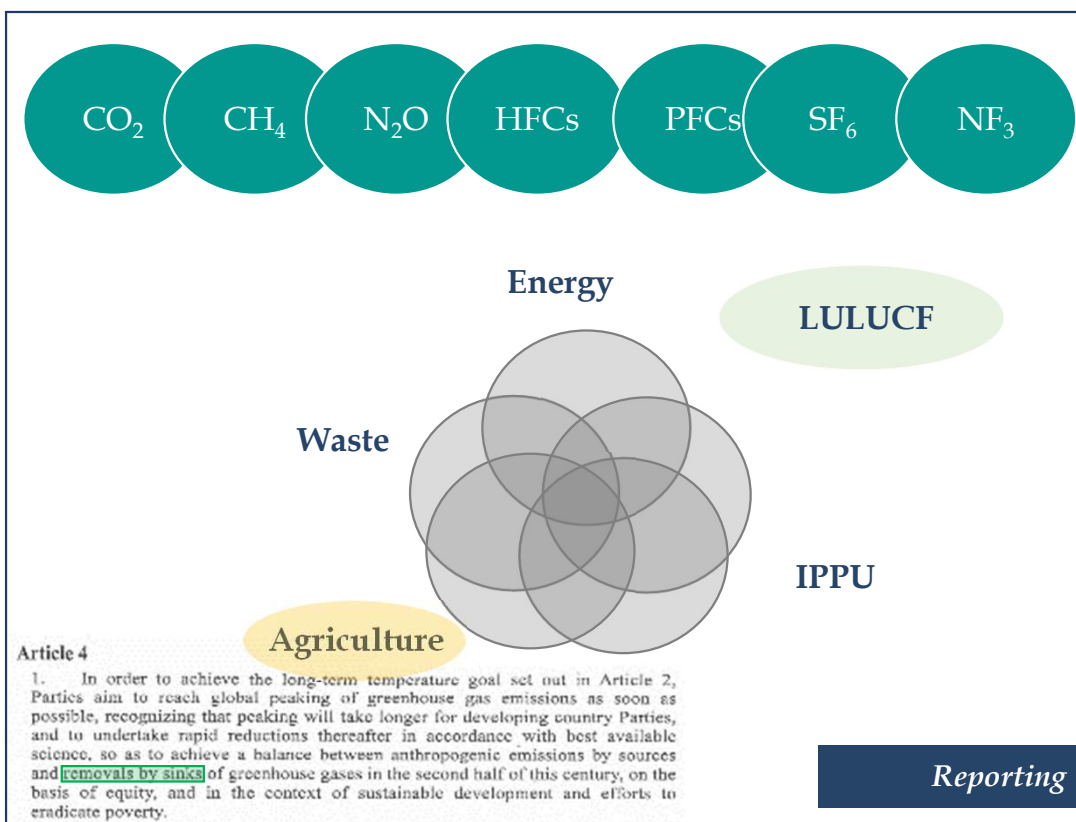


BTR

At COP26, the "Paris Agreement rulebook" has been finalized. In the **biennial transparency report (BTR)**, Parties will provide information on their national GHG emissions and removals, progress in implementing and achieving NDCs, financial resources, technology development and transfer as well as capacity building provided and received. Decision 5/CMA.3:
<https://unfccc.int/documents/193407>

Reporting and accounting under Paris Agreement

The set of reporting tables (CRTs for GHG inventories, CTFs for tracking progress and CTFs for support) were adopted in 2021 ([dec. 5/CMA.3](#)) to enable Parties to fulfil reporting requirements set in the MPGs.



Accounting towards NDC

→ Parties account for emissions and removals in accordance with methodologies and common metrics assessed by the IPCC;

Tonnes of CO₂ equivalent for economy wide targets

→ Parties whose NDC cannot be accounted for using methodologies covered by IPCC guidelines provide information on their own methodology used.

Different metrics, following the NDC' elements (i.e. share of renewables, hectares of forested lands, energy efficiency, etc.)

Accounting

AFOLU: Agriculture + LULUCF

A. Enteric fermentation	CH₄
1. Cattle	
2. Sheep	
3. Swine	
4. Other livestock	
B. Manure management	CH₄ N₂O
1. Cattle	
2. Sheep	
3. Swine	
4. Other livestock	
C. Rice cultivation	CH₄
D. Agricultural soils	N₂O
F. Field burning of agricultural residues	CH₄ N₂O
G. Liming	CO₂
H. Urea application	CO₂

Agriculture

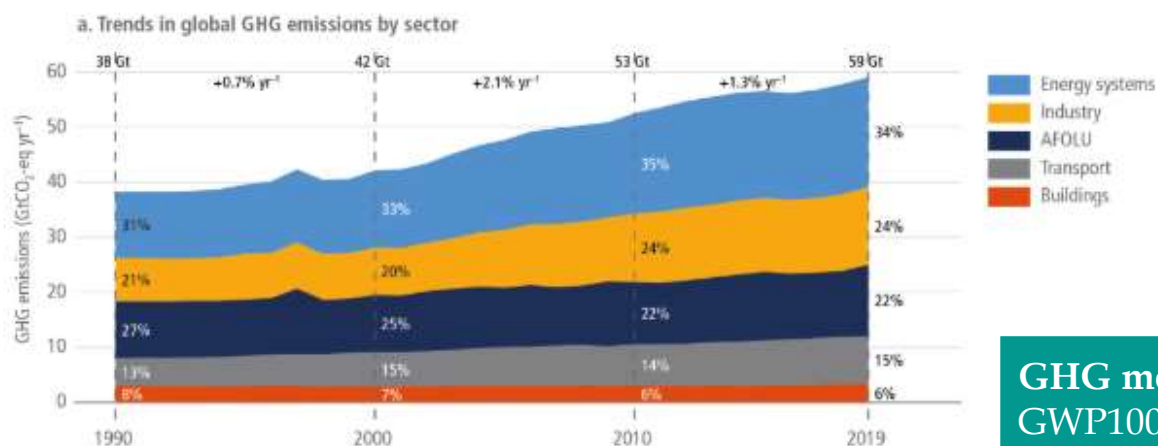
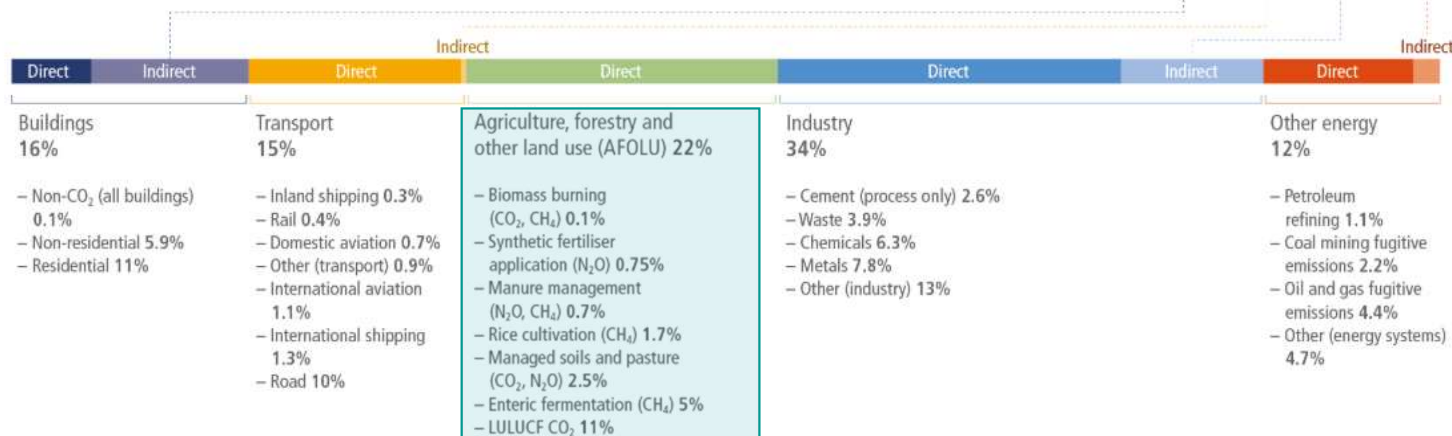
A. Forest land	CO₂ CH₄ N₂O
1. Forest land remaining forest land	
2. Land converted to forest land	
B. Cropland	CO₂ CH₄ N₂O
1. Cropland remaining cropland	
2. Land converted to cropland	
C. Grassland	CO₂ CH₄ N₂O
1. Grassland remaining grassland	
2. Land converted to grassland	
D. Wetlands	CO₂ CH₄ N₂O
1. Wetlands remaining wetlands	
2. Land converted to wetlands	
E. Settlements	CO₂ CH₄ N₂O
1. Settlements remaining settlements	
2. Land converted to settlements	
F. Other land	CO₂ CH₄ N₂O
1. Other land remaining other land	
2. Land converted to other land	
G. Harvested wood products	CO₂

LULUCF

The role of AFOLU sector in the total GHG emissions

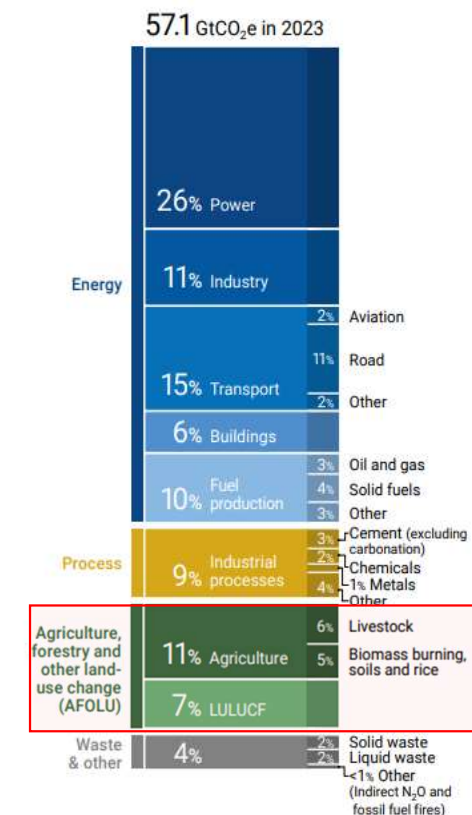
IPCC AR6 – Working group III – GHG emissions in 2019

Direct+indirect emissions by sector (59 GtCO₂-eq)



GHG metrics:
GWP100 values from AR6
CH₄= 27 N₂O= 263

2024 UNEP Emissions Gap Report

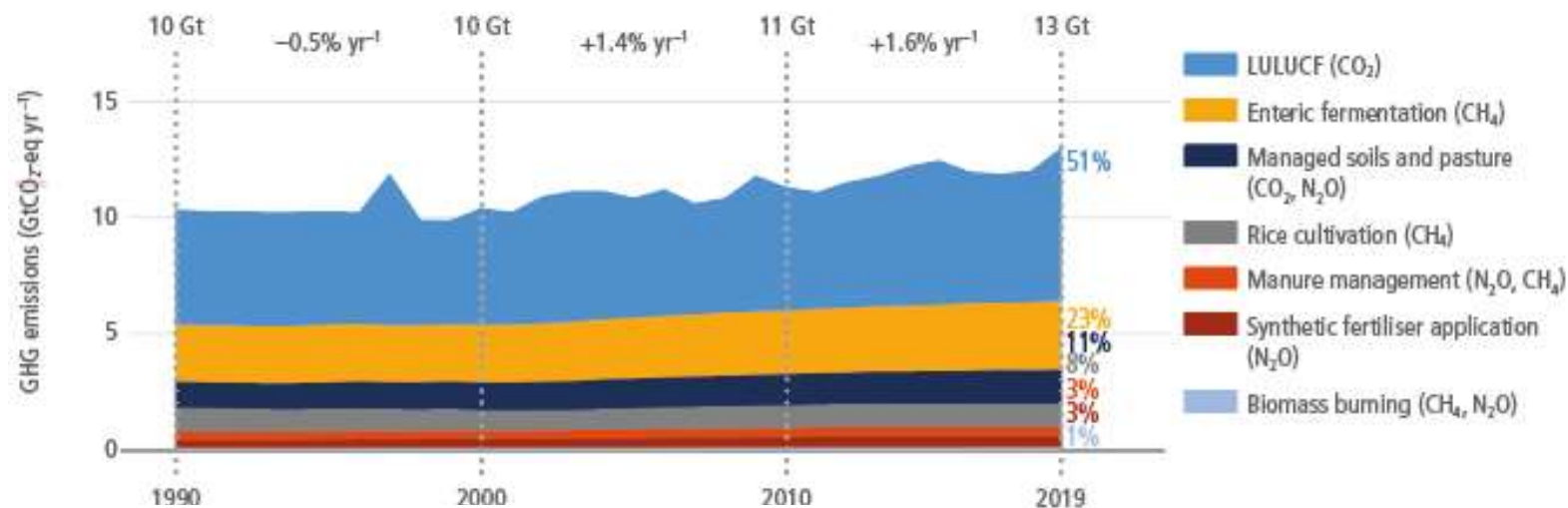


Note: Table A.4 in [appendix A](#) describes the sectors introduced here and their main sources of emissions.

Source: Crippa et al. (2024); Friedlingstein et al. (2023).

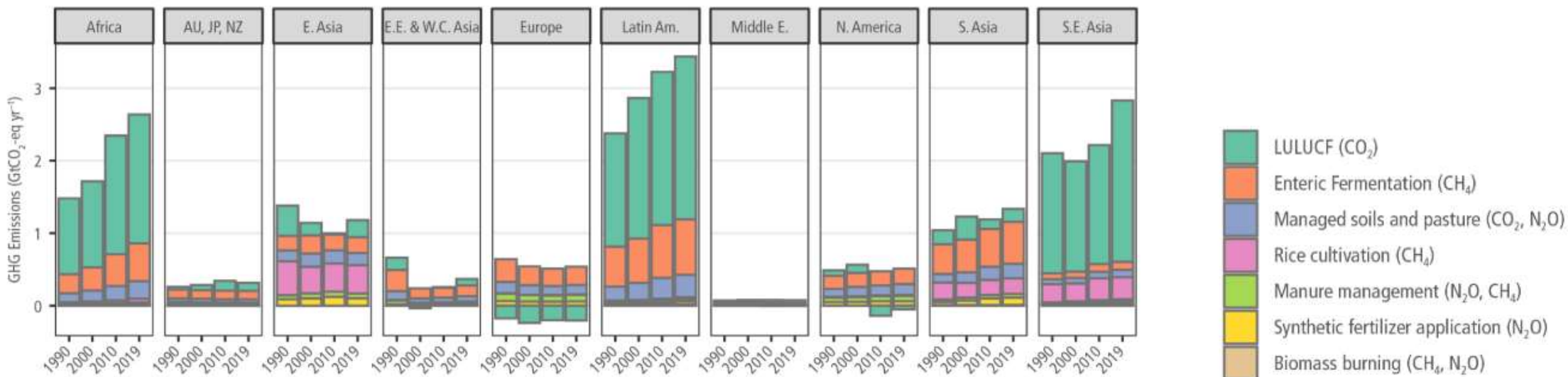
The role of AFOLU sector in the total GHG emissions

(a) AFOLU global GHG emission trends by subsectors



IPCC AR6 – Working group III

b. AFOLU regional trends in GHG emissions and removals



AFOLU: key drivers for emissions trends, and associated projections

Drivers of emissions in agriculture and LULUCF are generally interlinked, operating in many complex ways at different temporal and spatial scales, with outcomes depending on their interactions.

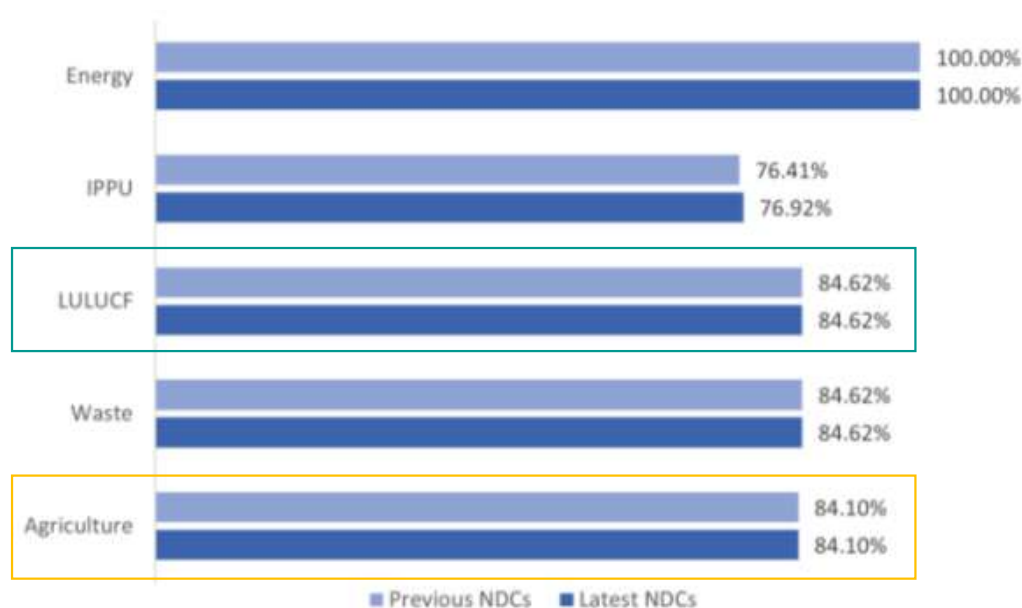
Deforestation, Conversion of Other Ecosystems, and Land Degradation *triggered by the expansion of agriculture into carbon-dense tropical forest areas, where slash and burn practices results in large GHG emissions*

Livestock: Enteric fermentation emissions are a remarkable source of emissions in Latin America, Southern Asia and Africa

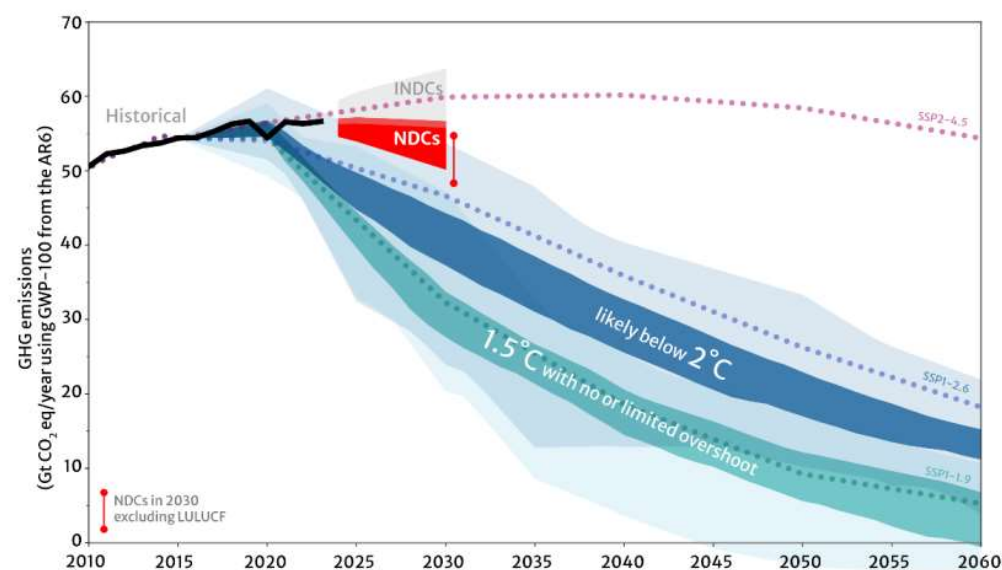
Diets are a key driver of production and, consequently, a land pressure and AFOLU emissions

The role of AFOLU sector in the NDCs*

Considering 168 latest available NDCs, representing 195 Parties to the Paris Agreement, a total of 81% of Parties have economy-wide NDCs.



Comparison of scenarios assessed in the Intergovernmental Panel on Climate Change Sixth Assessment Report with projected total and per capita global emissions according to nationally determined contributions



92. A total of 12 per cent of Parties, in comparison with 11 per cent according to the 2022 and 2023 versions of this report, communicated the use of voluntary cooperation as a condition for achieving their mitigation targets, including use of cooperative approaches to complement domestic mitigation measures for achieving the mitigation target.

* Nationally determined contributions under the Paris Agreement: Synthesis report by the secretariat:
<https://unfccc.int/documents/641792>

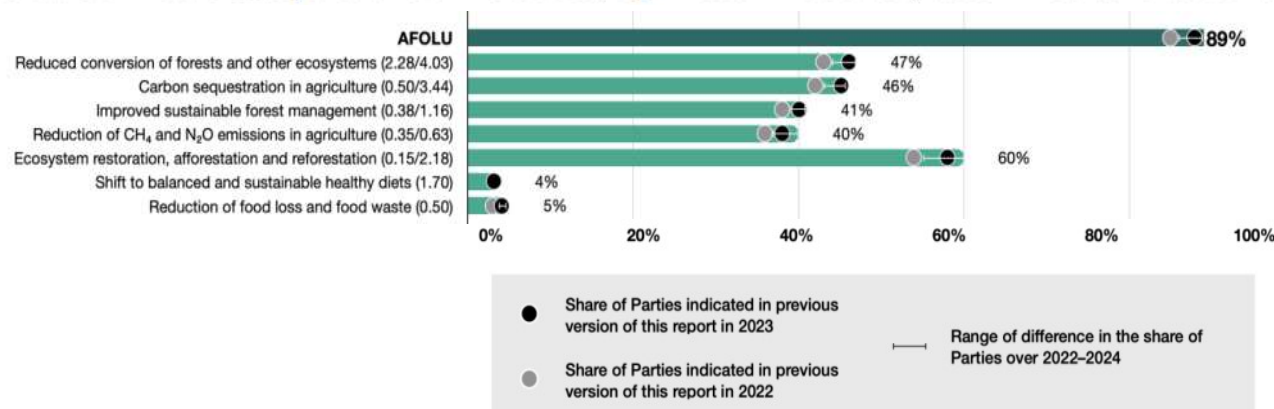
GHG metrics

GWP100 values from AR5

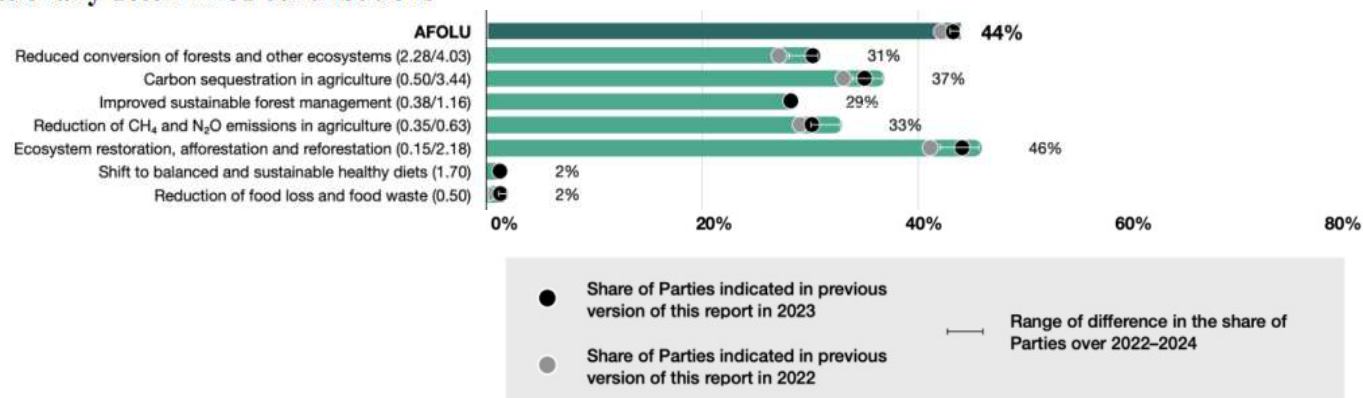
CH₄= 28 N₂O= 265

The role of AFOLU sector in the NDCs*

Share of Parties referring to **specific priority areas and mitigation options with high mitigation potential costing below USD 20/t CO₂ eq and/or USD 100/t CO₂ eq in 2030 in nationally determined contributions**



Share of Parties referring to **specific priority areas and mitigation options for achieving conditional mitigation targets with high mitigation potential costing below USD 20/t CO₂ eq and/or USD 100/t CO₂ eq in 2030 in nationally determined contributions**



GHG metrics

GWP100 values from AR5

CH₄= 28 N₂O= 265

* Nationally determined contributions under the Paris Agreement: Synthesis report by the secretariat:

<https://unfccc.int/documents/641792>

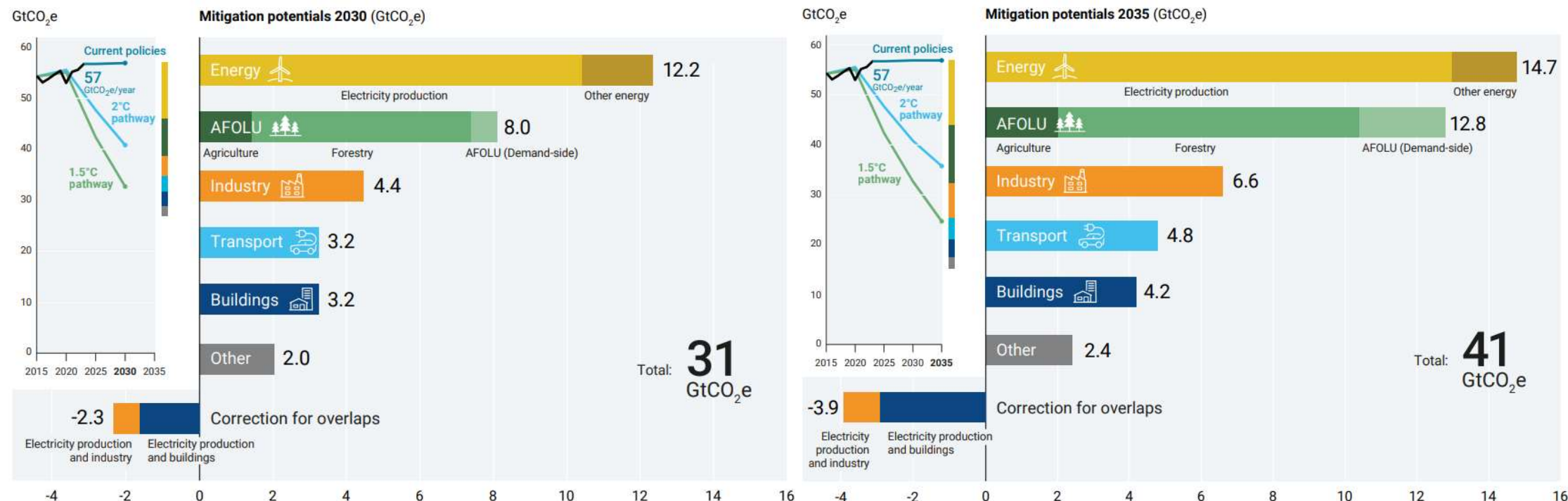
The mitigation potential of AFOLU sector*



* IPCC Sixth Assessment Report – Working Group III: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>

The mitigation potential of AFOLU sector*

Annual mitigation potentials by 2030 and 2035 by sector up to US\$200/tCO₂e



GHG metrics:
GWP100 values from AR6
CH₄= 27 N₂O= 263

*2024 UNEP Emissions Gap Report: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>

The mitigation potential of AFOLU sector*

Indicator	Most recent historical data point from benchmark source (year)	2030 benchmark		2035 benchmark	
		Absolute value	Percentage change relative to most recent historical data point	Absolute value	Percentage change relative to most recent historical data point
Agriculture, forestry and other land use (AFOLU)					
Deforestation (Mha/year)	5.4 (2023)	1.9	-65%	0 to 1.5	-72%
Peatland degradation (Mha/year)	0.06 (annual average, 1993–2018)	0	-100%	0	-100%
Mangrove loss (ha/year)	32,000 (annual average, 2017–2019)	4,900	-85%	4,900	-85%
Avoided loss of forests and wetlands (total Mha)	N/A	45 Mha	Insufficient data	N/A	N/A
Reforestation (total Mha)	130 (total gain, 2000–2020)	100 (2020–2030) ^b	+77%	150 (2020–2035) ^b	+115%

Indicator	Most recent historical data point from benchmark source (year)	2030 benchmark		2035 benchmark	
		Absolute value	Percentage change relative to most recent historical data point	Absolute value	Percentage change relative to most recent historical data point
Peatland restoration (total Mha)	0 (as of 2015)	15 (2020–2030) ^b	>+1,000%	16 (2020–2035) ^b	>+1,000%
Mangrove restoration (total ha)	15,000 (total direct gain, 1999–2019)	240,000 (2020–2030) ^b	>+1,000%	N/A	N/A
Greenhouse gas (GHG) emissions intensity of agriculture (gCO ₂ e/1,000 kcal)	690 (2021) ^a	500	-28%	450	-35%
Livestock methane emissions (GtCO ₂ e/year)	3.1 (2021)	2.3	-25%	N/A	N/A
Crop yields (t/ha)	6.7 (2022)	7.8	+16%	8.2	+22%
Ruminant meat productivity (kg/ha)	29 (2022)	33	+14%	35	+21%
Share of food production lost (%)	13 (2021)	6.5	-50%	6.5	-50%
Food waste (kg/capita)	130 (2022)	61	-53%	61	-53%
Ruminant meat consumption in high-consuming regions (kcal/capita/day)	100 (2022)	79 ^c	-21%	74 ^c	-26%

GHG metrics:
GWP100 values from AR6
CH₄= 27 N₂O= 263

*2024 UNEP Emissions Gap Report: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>

The mitigation potential of AFOLU sector*

GHG metrics:
GWP100 values from AR6
CH₄= 27 N₂O= 263

Mitigation potentials (GtCO ₂ e)	2030	2035
AFOLU aggregated (range)	8.0 (4.1–16.7)	12.8 (6.3–19.1)
Agriculture (improved rice production, nutrient management, enteric fermentation, manure management, soil carbon management, agroforestry and biochar)	1.4	2.0
Forestry (reduced deforestation, afforestation/reforestation, and improved forest management)	5.9	8.4
Demand-side (reduced food waste, shift to sustainable healthy diets)	0.7	2.4

LULUCF

- *deforestation (2.6 GtCO₂e/year in 2035)*
- *afforestation/ reforestation (3.6 GtCO₂e/year)*
- *improved forest management (2.2 GtCO₂e/year)*
- *enhancing carbon removals (1.5 GtCO₂e/year in 2035) from soil carbon management (LULUCF), agroforestry and biochar*

Agriculture

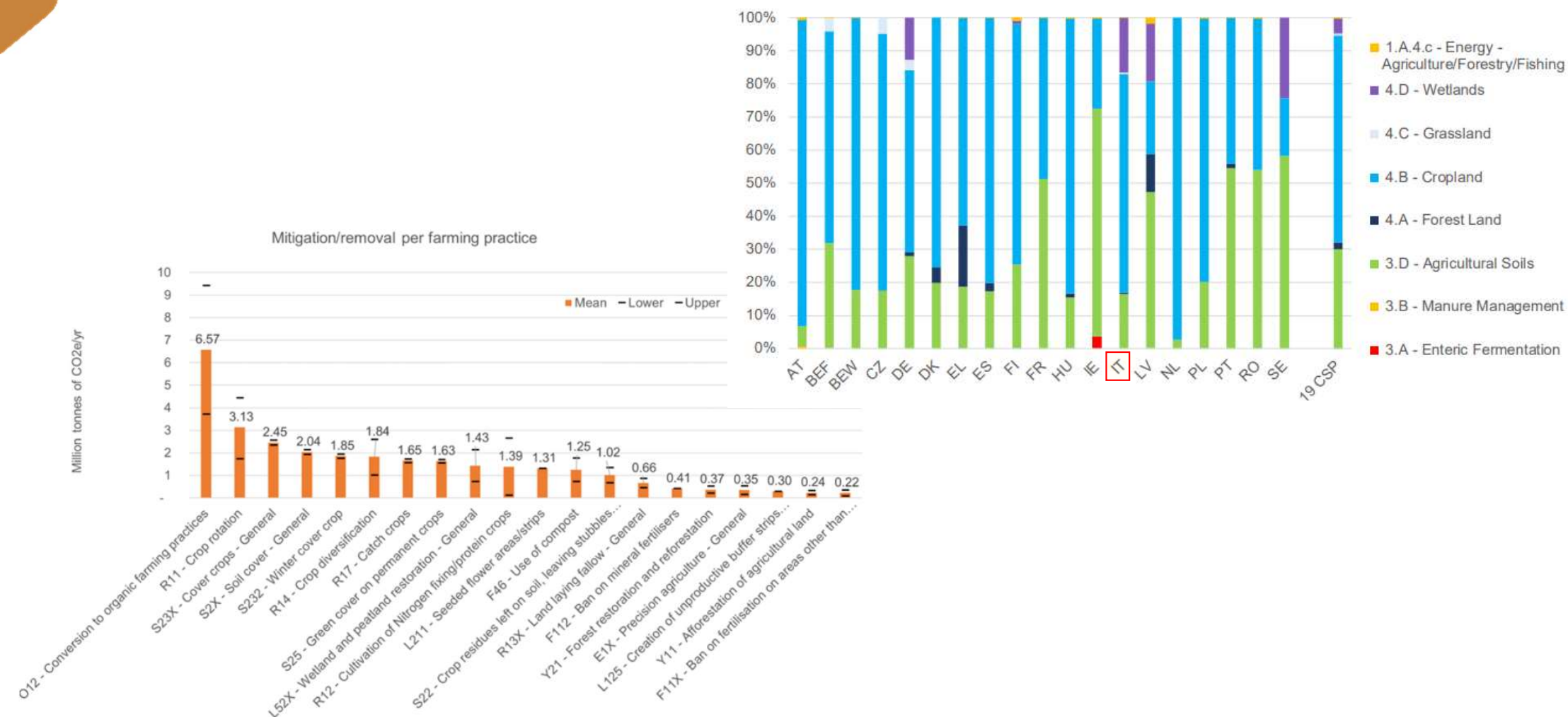
- *Methane and nitrous oxide emissions (0.5 GtCO₂e/year in 2035) from rice cultivation*
- *nutrient management*
- *enteric fermentation*
- *manure management*

*2024 UNEP Emissions Gap Report: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>

The role of AFOLU sector in the total EU GHG emissions

Sector	Average annual GHG emissions change			Activities, trends and drivers of GHG emission changes		
	Share of total 2022 emissions	1990-2000	2000-2010	2010-2022	Main activities	Overall trend
Agriculture  	10%	-1.6%	-0.7%	-0.3%	- Non-CO₂ GHG emissions from livestock, fertiliser and manure. - GHG emissions fell by 24% from 1990 to 2022, with significant reductions up to 2005 and relatively little progress since. - Lower GHG intensitis per unit of production due to efficiency gains have been counterbalanced by increased production, hence the stalling in progress since 2005 (EEA, 2022b).	
Land use, land-use change and forestry (LULUCF)  	-7%	-4.3%	-1.9%	3.6%	- GHG-emitting activities (deforestation, wetland drainage, ...) and activities that remove CO₂ from the atmosphere and store it as carbon in biomass and soils. - Overall, LULUCF activities act as a net GHG sink in the EU, removing the equivalent of 7% of the EU's annual GHG emissions in 2022. - Removal capacity increased from 1990 to 1995 and stabilised thereafter, but significantly decreased over the last decade to nearly the 1990 level. - Sink of forest land decreased due to a decrease in the net growth of the forests, an increase in harvest and natural disturbances.	

The mitigation potential of AFOLU sector*



European Commission – Directorate-General for Agriculture and Rural Development – Unit A.3 (2024): Rough estimates of the climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU-18) over the 2023-2027 period

https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/7289aad3-2fa7-415a-9247-996b110e83d6_en?filename=report-rough-ghf-estimate-eu-18_en.pdf

The mitigation potential of AFOLU sector*

	Estimated potential emission reduction (tCO ₂ e / yr)					Ratio estimated effect / UNFCCC 2021 emissions		
	3.A - Enteric Fermentation	3.B - Manure Management	3.D - Agricultural Soils	1.A.4.c - Energy - Agriculture/ Forestry/Fishing	CRF 3 and 1.A.4.c	CRF 3 only	CRF 3 and 1.A.4.c	CRF 3 only
AT	0	4 141	34 398	2 724	41 264	38 540	0.5%	0.5%
BE*	0	193	67 702	51	67 946	67 895	0.6%	0.7%
CZ	0	0	342 832	0	342 832	342 832	3.8%	4.4%
DE	0	0	882 547	0	882 547	882 547	1.4%	1.6%
DK	0	0	104 223	0	104 223	104 223	0.8%	0.9%
EL	0	0	316 314	136	316 451	316 314	3.7%	3.9%
ES	0	0	472 023	339	472 362	472 023	1.0%	1.4%
FI	0	0	552 803	17 135	569 938	552 803	7.4%	8.8%
FR	0	0	2 308 644	49	2 308 693	2 308 644	3.0%	3.5%
HU	0	0	331 745	1 990	333 735	331 745	3.8%	4.6%
IE	11 505	0	209 471	386	221 362	220 976	0.9%	1.0%
IT	0	0	504 109	780	504 889	504 109	1.2%	1.5%
LV	0	1 572	474 313	16 535	492 420	475 885	17.7%	21.1%
NL	0	0	4 420	0	4 420	4 420	0.0%	0.0%
PL	0	0	618 658	1 646	620 304	618 658	1.4%	1.8%
PT	0	0	530 883	333	531 217	530 883	6.2%	7.3%
RO	0	0	861 433	1 349	862 782	861 433	4.1%	4.5%
SE	0	0	764 456	0	764 456	764 456	5.3%	5.7%
19 CSP	11 505	5 906	9 380 976	43 454	9 441 840	9 398 386	2.1%	2.6%

Member states	Estimated contribution on CRF cat. 4 (kt CO ₂ e)	LULUCF reg. end-point 2030: GHG net removals in 2030 (kt CO ₂ e)	% of the estimated contribution over the 2030 end-point	LULUCF reg. relative target 2030: gap to 2030 level (kt of CO ₂ e)	% of the estimated contribution over 2030 relative target
AT	524	- 5 650	9%	- 879	60%
BE-F + BE-W*	203	- 1 352	15%	- 320	63%
CZ	1 625	- 1 228	132%	- 827	197%
DE	2 275	- 30 840	7%	- 3 751	61%
DK	421	5 338	8%	- 441	95%
EL	1 376	- 4 373	31%	- 1 154	119%
ES	2 262	- 43 635	5%	- 5 309	43%
FI	1 608	- 17 754	9%	- 2 889	56%
FR	2 188	- 34 046	6%	- 6 693	33%
HU	1 808	- 5 724	32%	- 934	194%
IE	83	3 728	2%	- 626	13%
IT	2 562	- 35 758	7%	- 3 158	81%
LV	512	- 644	80%	- 639	80%
NL	154	4 523	3%	- 435	35%
PL	2 461	- 38 098	6%	- 3 278	75%
PT	443	- 1 358	33%	- 968	46%
RO	732	- 25 665	3%	- 2 380	31%
SE	547	- 47 321	1%	- 3 955	14%
19 CSP	21 784	- 279 857	8%	- 38 636	56%

EUROPEAN COMMISSION – Directorate-General for Agriculture and Rural Development – Unit A.3 (2024): Rough estimates of the climate change mitigation potential of the CAP Strategic Plans (EU-18) over the 2023-2027 period

https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/7289aad3-2fa7-415a-9247-996b110e83d6_en?filename=report-rough-ghf-estimate-eu-18_en.pdf

Thank you

Le emissioni di gas serra in Italia. Obiettivi di riduzione al 2030

<https://emissioni.sina.isprambiente.it/wp-content/uploads/2024/05/Rapporto-399-2024-Le-emissioni-di-gas-serra-in-Italia.pdf>

Inventario nazionale delle emissioni

<http://emissioni.sina.isprambiente.it/inventario-nazionale/>

www.isprambiente.gov.it/it



Strategie di decarbonizzazione del settore europeo dei trasporti

02.12.2024 Milano Politecnico

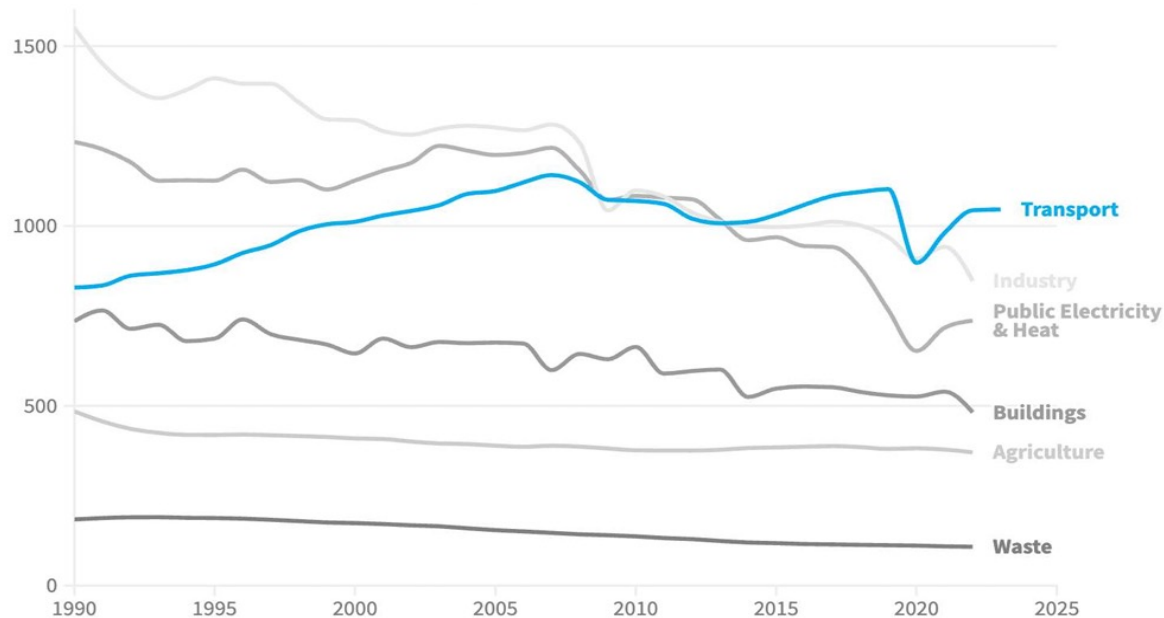
Veronica Aneris



European
Climate
Foundation

TRANSPORT SECTOR- The biggest source of emissions in the EU

Greenhouse gas emissions by sector (MtCO₂e)



Source: UNFCCC GHG inventories, EEA, Stratas Advisors • Transport includes international aviation and maritime emissions

Transport is the only sector in Europe where CO₂ emissions have been growing since 1990 (+26%)

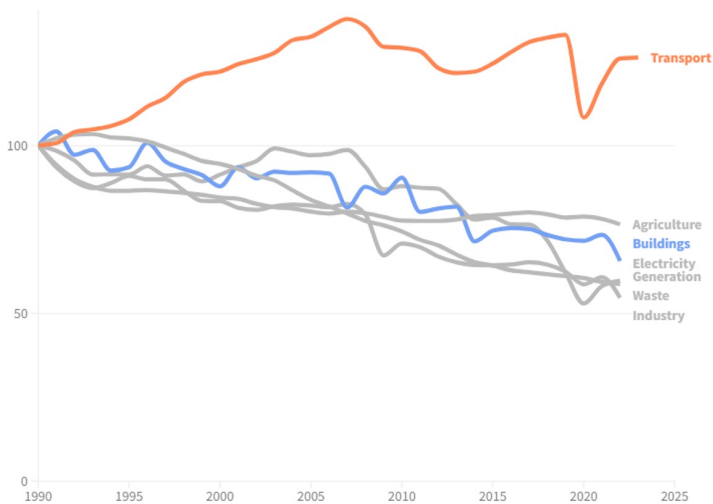
Still heavily dependent on fossil fuels. It is responsible for two thirds of EU oil demand

Issues with air pollution and energy security

TRANSPORT- The biggest source of emissions in the EU

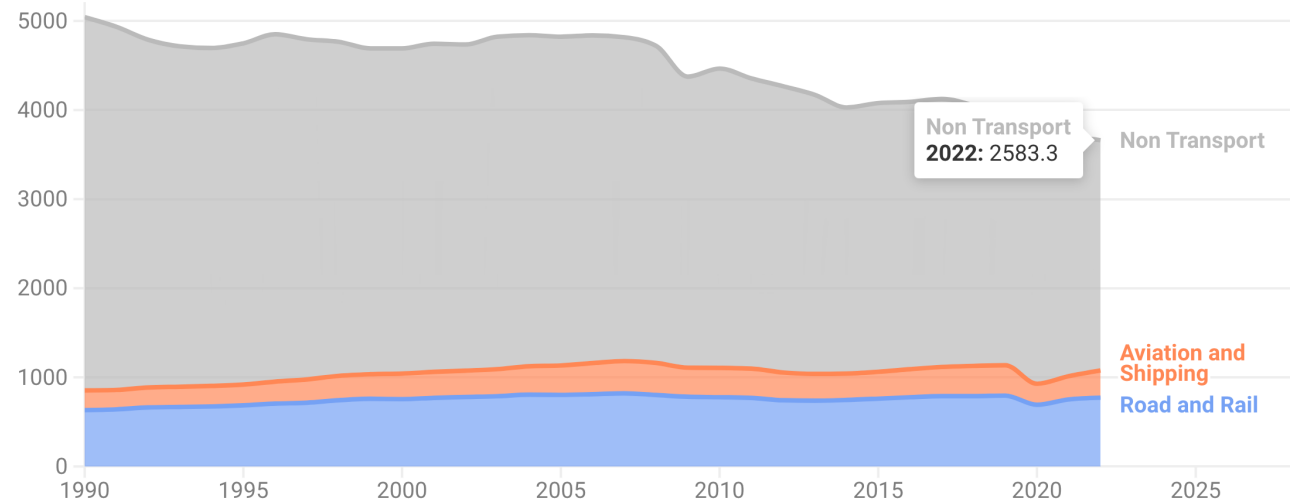
In 2022, transport emissions represented 29% of the block greenhouse emission

Figure 1. Change in greenhouse gas emissions by sector in the EU, MtCO₂e (1990 = 100)



Source: UNFCCC GHG inventories, EEA, Stratas Advisors • Transport includes international aviation and maritime emissions. Public electricity includes heat generation

Greenhouse gas emissions (MtCO₂e)

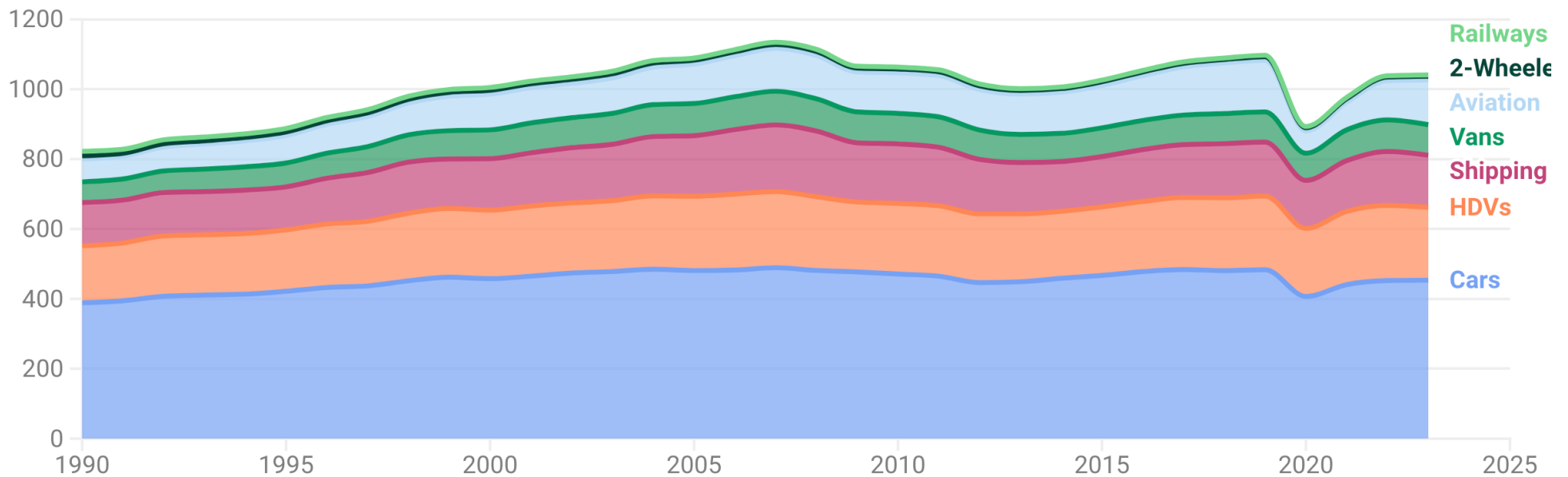


Source: UNFCCC GHG inventories; THETIS MRV; Marine Benchmark • Inc. full scope MRV + ships <5000GT

Breakdown per transport mode

Road transport, mainly cars and trucks, makes up **70%** of transport emissions.

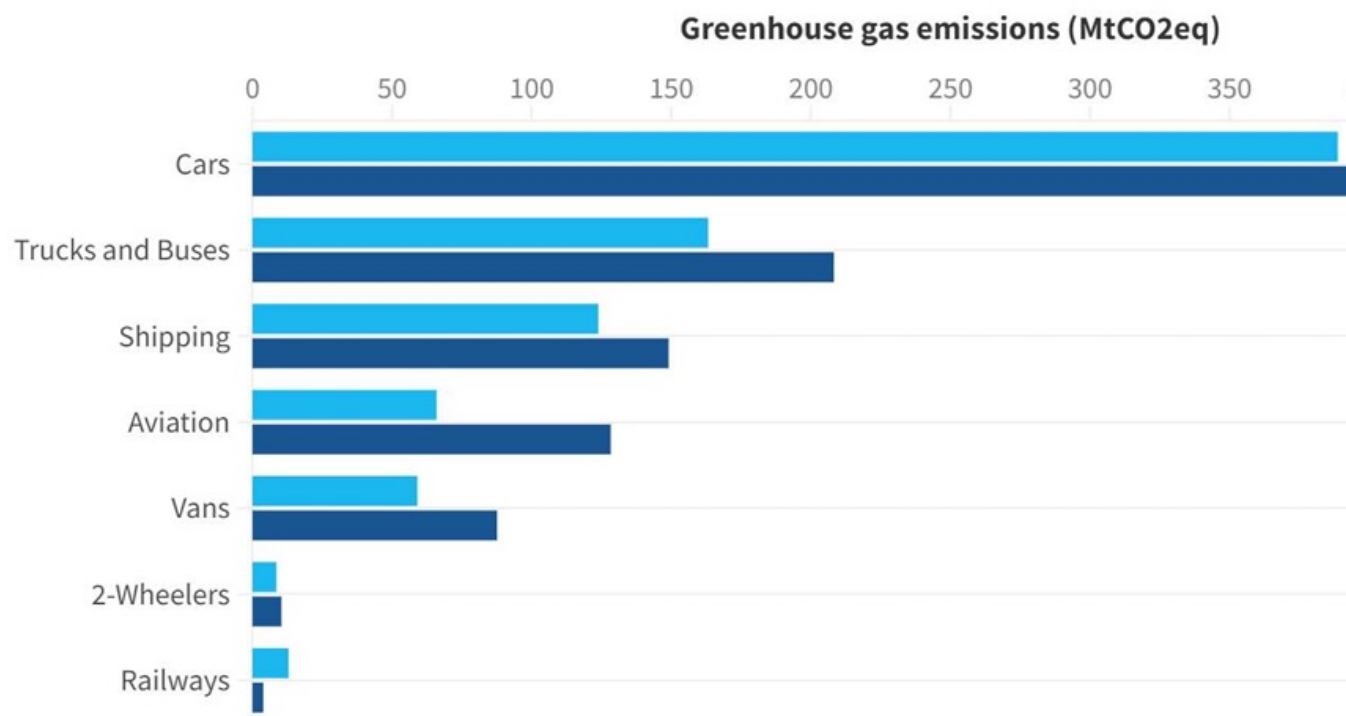
Greenhouse gas emissions by transport mode (MtCO₂e)



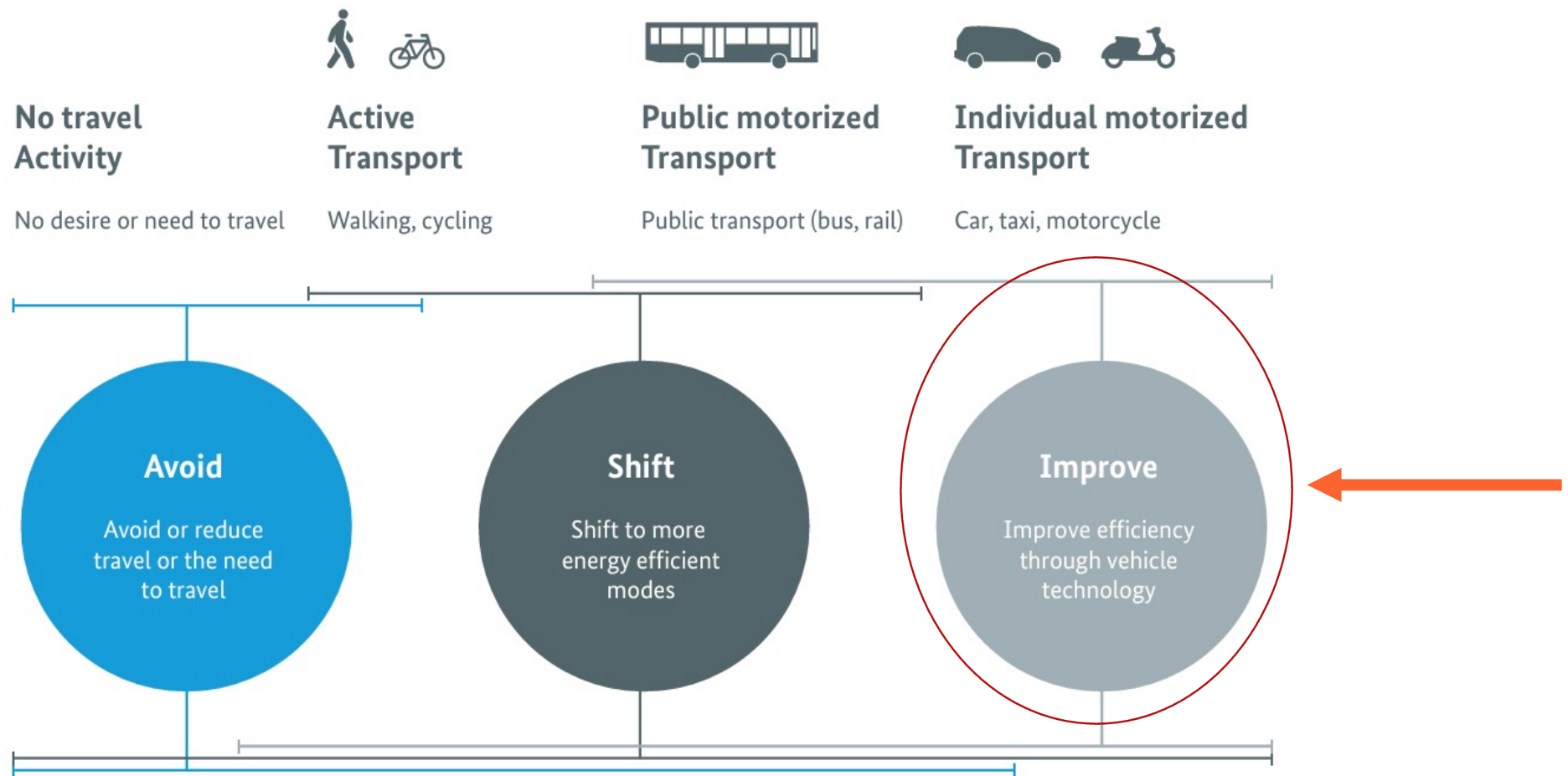
Source: UNFCCC GHG inventories, EEA, Stratas Advisors

Road vehicles the biggest source of EU's transport emissions

Year 1990 2023



(Premise) THE A-S-I APPROACH:



ROAD TRANSPORT

CARS, VANS and TRUCK' **electrification** is the main pillar of road transport decarbonisation strategy;

MARITIME TRANSPORT

- Design/Weight/Energy efficiency/ Speed reduction
- Short distances and Ferries (RoRo): electrification
- Long Distance: Advanced Biofuels, synthetic fuels, green hydrogen and ammonia;

AVIATION

- Design/Energy Efficiency/Demand reduction
- Electricity or green hydrogen for small aircraft over short distances
- **Sustainable Aviation Fuels** (RFNBOs, recycled carbon fuels, biofuels according to RED directive, low-carbon gases, other hydrogen-derived fuels through upcoming recast of the Gas directive)



PRIORITA' TECNOLOGICHE

Veicoli	Motorcycle		Car		Van		Bus		Truck		Train		Ship		Plane	
	Tutte	Tutte	Tutte	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe	
Tecnologia																
 Elettrificazione (batterie)	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
 Elettrificazione (reti elettrificate)	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Biocombustibili attuali	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
 Biocombustibili avanzati	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
E-Fuels	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
 Gas naturale Biogas Biometano	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
 Idrogeno e Idrocarburi sintetici decarbonizzati	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Alta priorità (tecnicamente fattibile, adeguato, economicamente competitivo)

Bassa priorità (tecnicamente fattibile ma poco adeguato, economicamente non ottimale)

Non prioritario (tecnicamente soggetto a restrizioni importanti, limitata competitività economica)

Incerto (attualmente tecnicamente ed economicamente soggetto a restrizioni ma con potenziale rilevante, necessaria ricerca)

- Alta priorità (tecnicamente fattibile, adeguato, economicamente competitivo)
- Bassa priorità (tecnicamente fattibile ma poco adeguato, economicamente non ottimale)
- Non prioritario (tecnicamente soggetto a restrizioni importanti, limitata competitività economica)
- Incerto (attualmente tecnicamente ed economicamente soggetto a restrizioni ma con potenziale rilevante, necessaria ricerca)

REGULATORY FRAMEWORK

Regulation	Target	
CO2 standards for LDVs	CARS: 15% from 2025; 55% from 2030; 100% from 2035	OE
	VANS: 15% from 2025; 50% from 2030; 100% from 2035	OE
CO2 standard for HDVs	TRUCKS: 15% from 2025; 45% from 2030; 60% from 2035; 90% from 2040 URBAN BUSES: 90% from 2030 and 100% from 2035	OE
REFUEL EU	Increase 2% of SAF from 2025 up to 70% in 2050	
FUEL UE MARITIME	Reduction of carbon intensity of maritime fuel used (well to tank-tank to wake) [from 2% in 2025 to 80% in 2050] Zero Emission at berth: From 2030, all container or passenger ships are required to connect to onshore power supply in all AFIR ports, from 2035 in all non-AFIR ports.	
RED III	Share of renewable energy within the final consumption of energy in the transport sector of at least 29 % by 2030; or to a greenhouse gas intensity reduction of at least 14,5 % by 2030	Mer Stat supp
AFIR	- Recharging station every 60km (2025 for cars, 2030 for trucks) - Refuelling Station every 200km	Me Sta

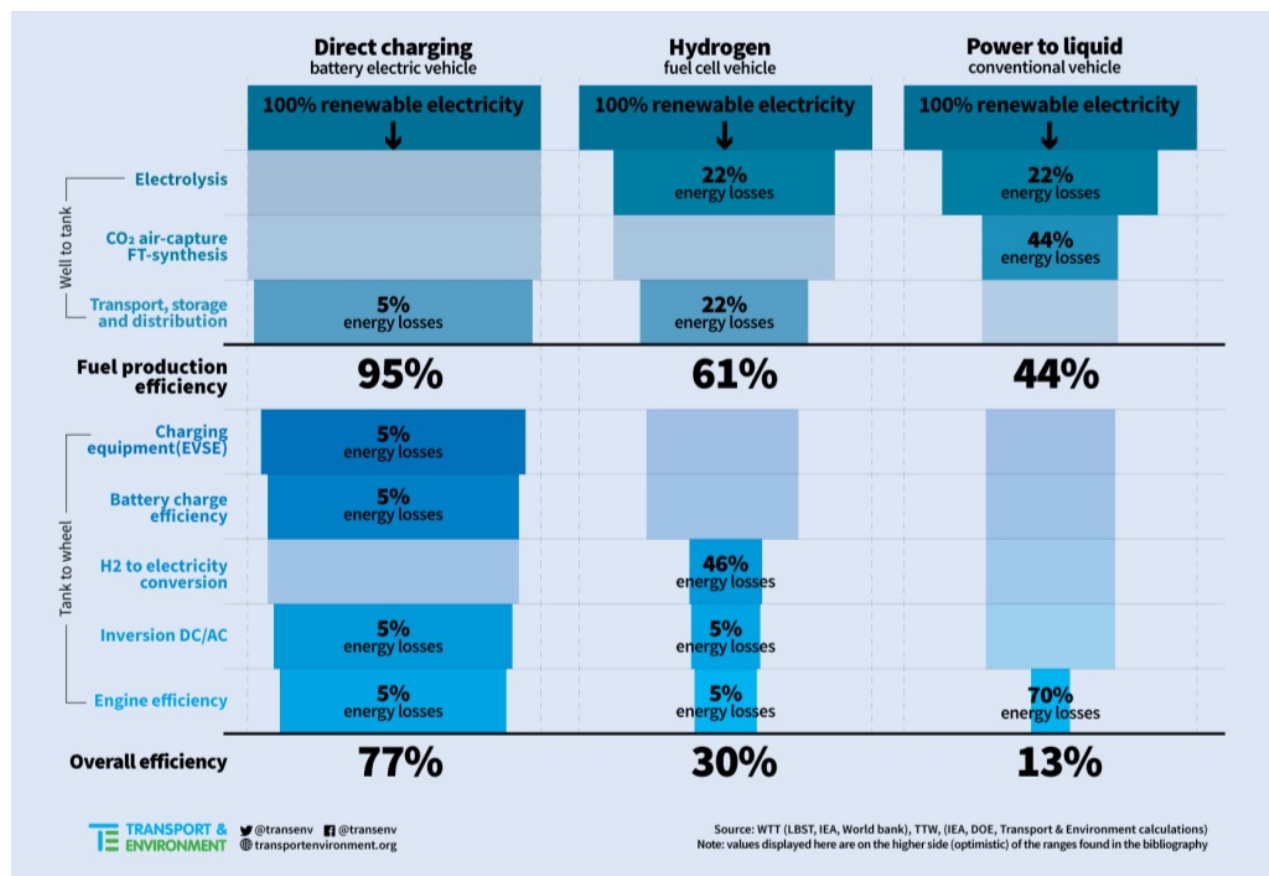


Electrification: the main pillar of road transport decarbonization strategy

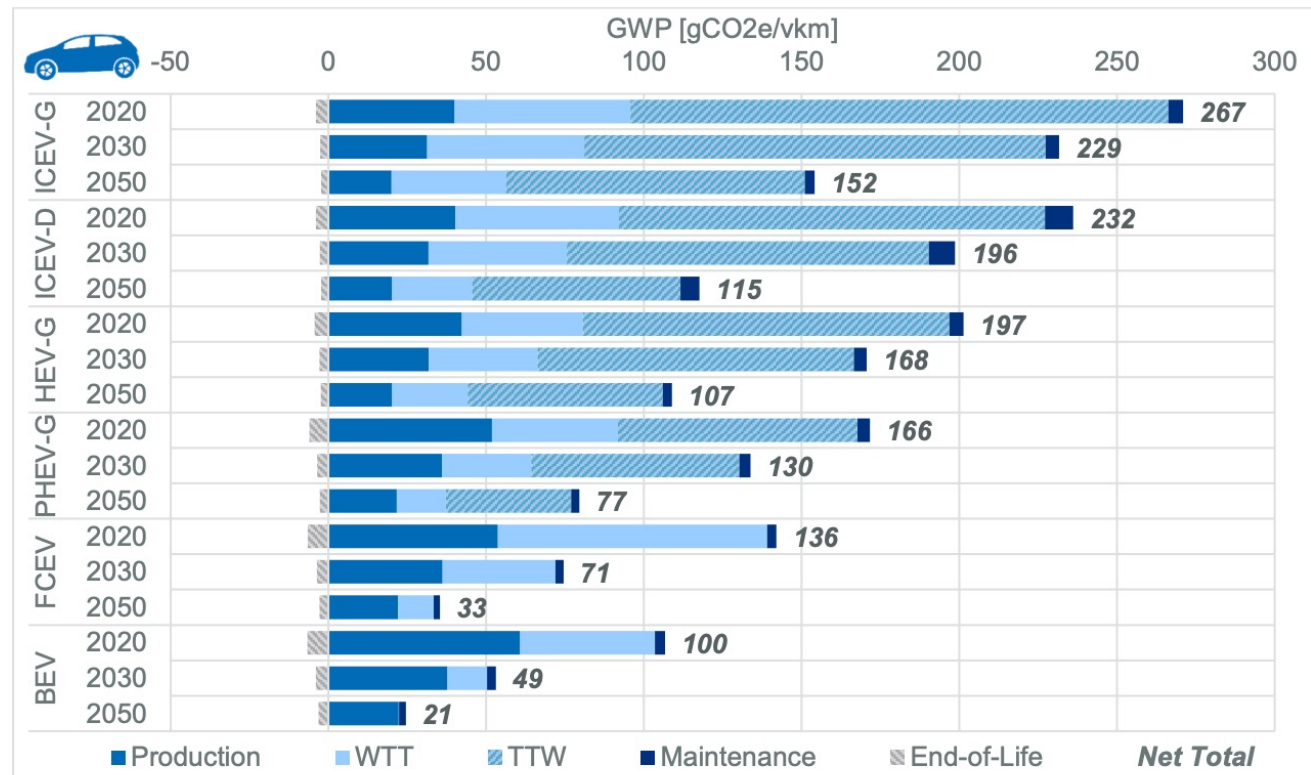
EVs

- 3 times more energy efficient than Internal Combustion Engines
- Zero tail-pipe emissions (co-benefit in terms of air quality)
- Major driver to reduce oil imports
- Less CO₂ emission even in LCA approach, and continuously improving via the greening of energy mix

Direct electrification: 2 times more efficient than Hydrogen and 4 times more efficient than E-fuels



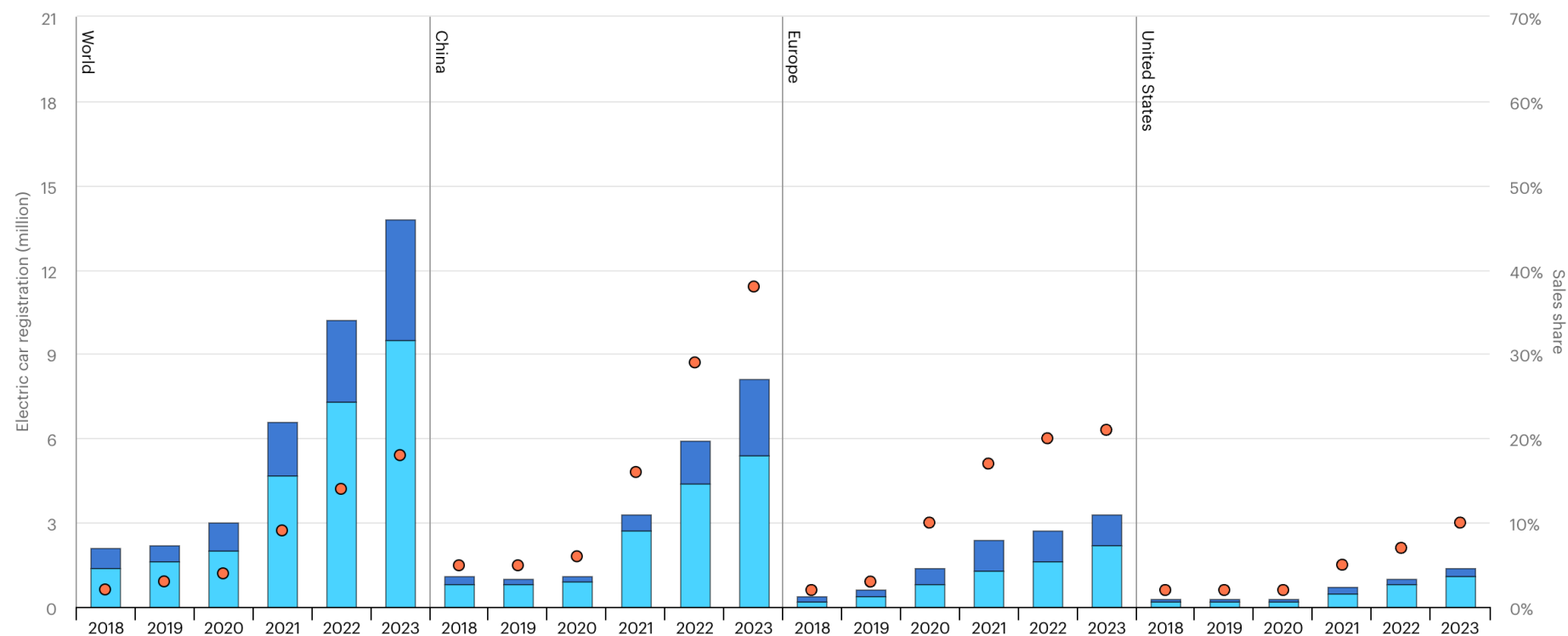
Life cycle GHG impacts for a Lower Medium Car, 2020 / 2030 / 2050, EU27



Notes: Production = production of raw materials, manufacturing of components and vehicle assembly; WTT = fuel/electricity production cycle; TTW = impacts due to emissions from the vehicle during operational use; Maintenance = impacts from replacement parts and consumables; End-of-Life = impacts/credits from collection, recycling, energy recovery and disposal of vehicles and batteries. GWP = Global Warming Potential.

Source: Research on Environmental Sustainability and Energy Efficiency of Electric Vehicles, Ricardo for FIA

Electric car registrations and sales share in China, US and Europe, 2018-2023



IEA. Licence: CC BY



● BEV ● PHEV ● Sales share

Source: IEA, Global EV Outlook 2024

CO₂ emission standards for new passenger cars and vans: a major European transport policy

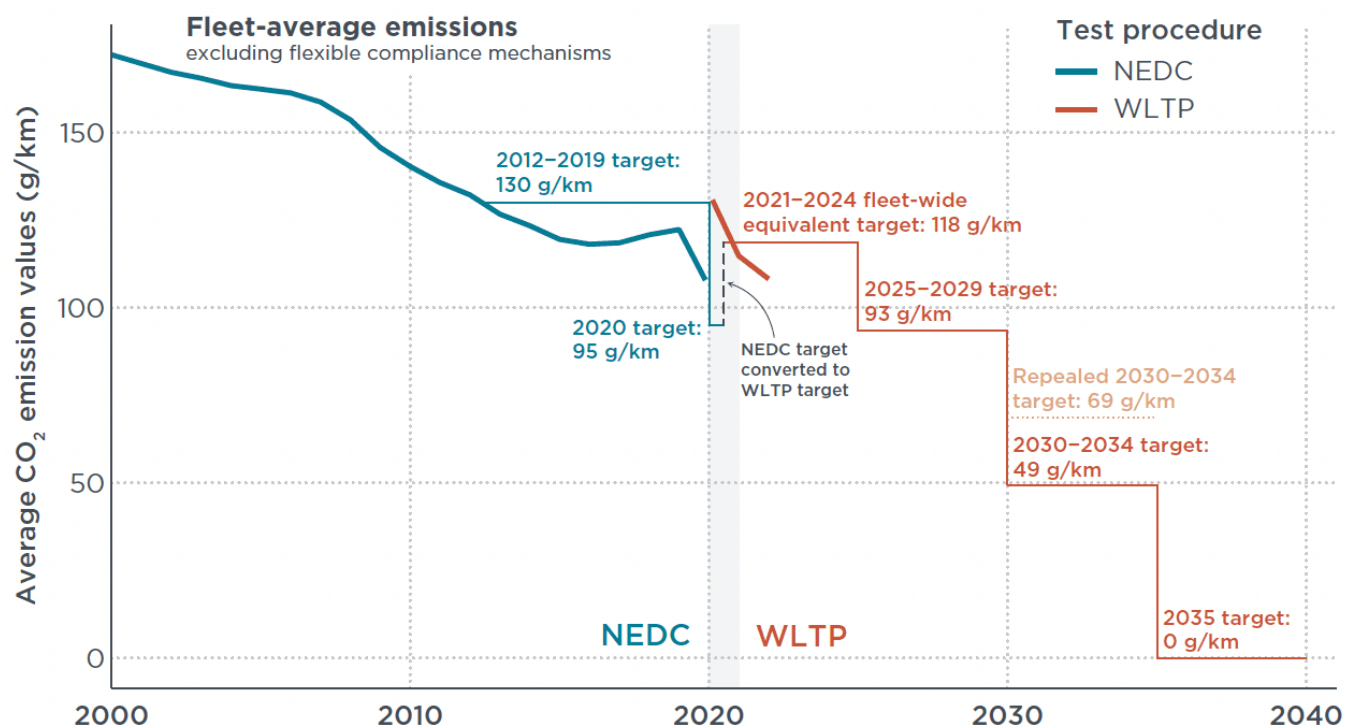
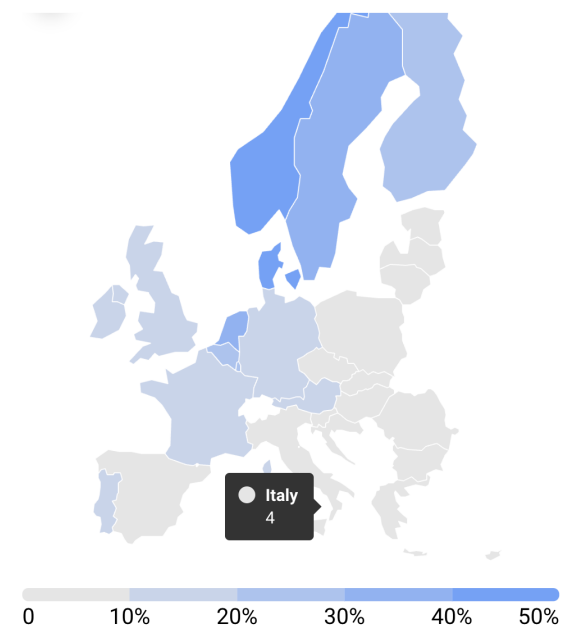
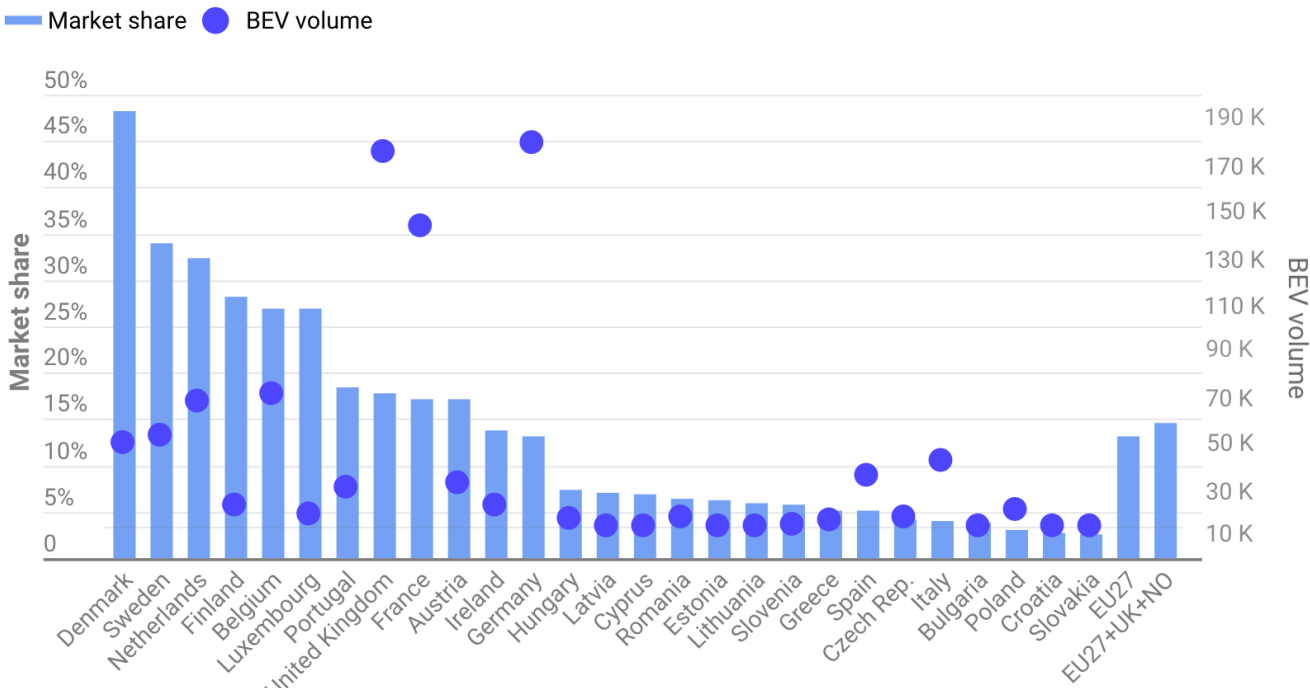


Figure 2. Fleet CO₂ targets and historic fleet average CO₂ emissions of new passenger cars (category M1 vehicles). The fleet average CO₂ emissions are shown without considering flexible compliance mechanisms manufacturers can use when their fleet exceeds the target value. The equivalent 2021–2024 fleet-wide target is based on the declared and not the measured WLTP CO₂ emissions and is therefore, at 118 g/km, higher than the 2021 baseline value of 110 g/km.

BEV MARKET SHARE in EU per countries: Italy a negative case study

Battery-electric vehicles market share in European countries in Q1-Q3 2024



Source: ACEA (2024) Alternative Fuel Vehicle Registrations Data.

Rapporto Stemi | Decarbonizzare i trasporti

PRIORITA' TECNOLOGICHE

Veicoli	Distanze													
		Tutte	Tutte	Tutte	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe	Brevi	Lunghe
Tecnologia														
	Elettrificazione (batterie)	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Media	Alta	Media	Alta	Bassa	Media	Bassa
	Elettrificazione (reti elettrificate)	Bassa	Bassa	Bassa	Alta	Media	Media	Media	Alta	Alta	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
	Biocombustibili attuali	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Media	Bassa	Media
	Biocombustibili avanzati	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Alta	Alta	Alta
	E-Fuels	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
	Gas naturale Biogas Biometano	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Bassa	Bassa
	Idrogeno e Idrocarburi sintetici decarbonizzati	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media

-  Alta priorità (tecnicamente fattibile, adeguato, economicamente competitivo)
-  Bassa priorità (tecnicamente fattibile ma poco adeguato, economicamente non ottimale)
-  Non prioritario (tecnicamente soggetto a restrizioni importanti, limitata competitività economica)
-  Incerto (attualmente tecnicamente ed economicamente soggetto a restrizioni ma con potenziale rilevante, necessaria ricerca)

Conclusions

- Decarbonization of transport sector requires an “holistic” approach
- Electrification is the most important tool available to decarbonize road transport..
- Decarbonisation of aviation and shipping still on uncertain paths and dependent on the evolution of a market for decarbonized green fuels (e-kerosene, green Hydrogen/Ammonia, RNFBO, ..)
- A Best Available Technology approach is preferable to Tech Neutrality Approach
- Green Deal package not enough to bring Transport emission to zero. Additional policies will be needed

Optional header goes here

You can also add text here





Thank you for kind
attention

Subtitle here



European
Climate
Foundation

www.europeanclimate.org

La rimozione di CO₂ dall'atmosfera: necessità, fattibilità e scenari



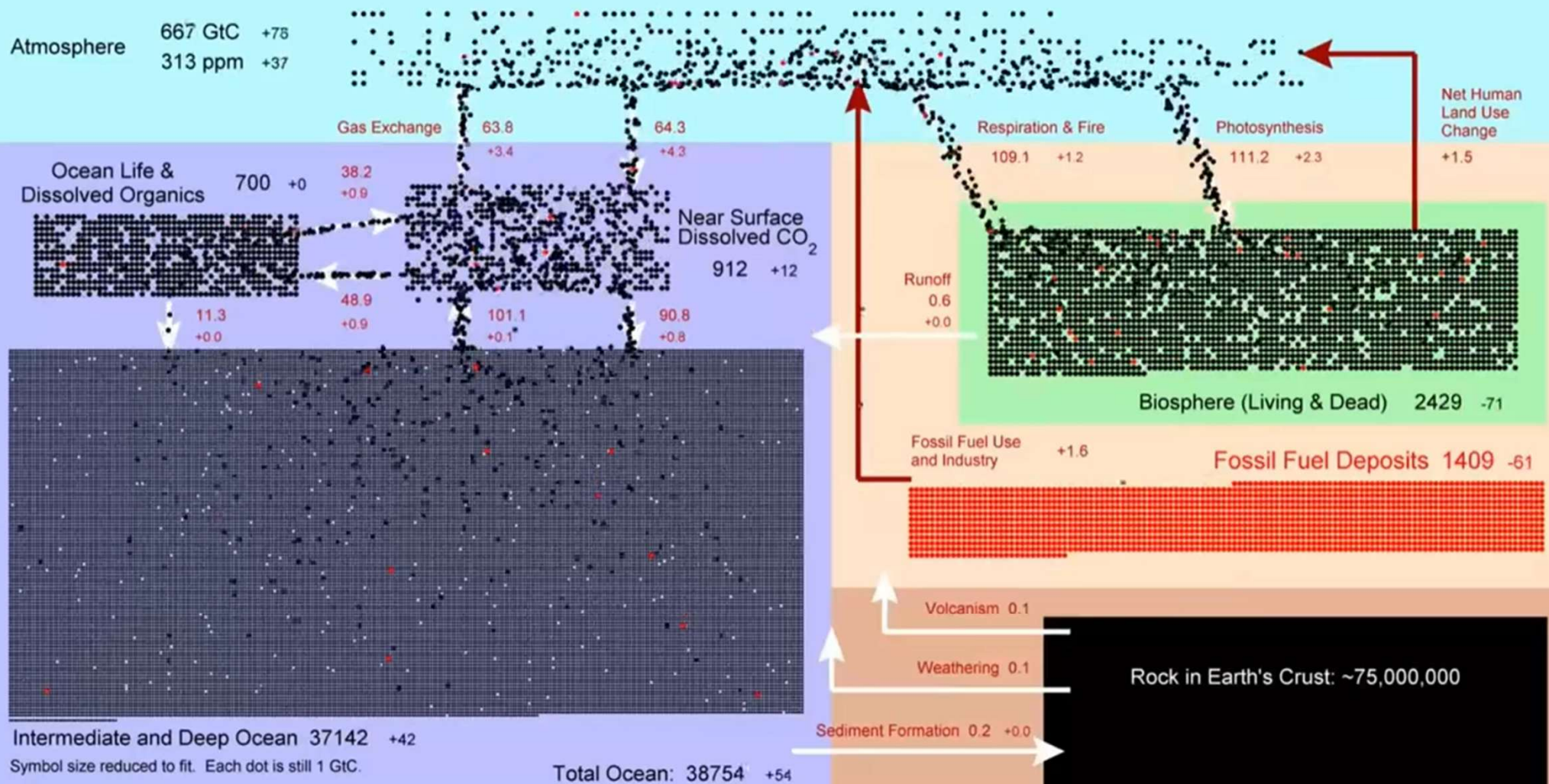
UNIVERSITÀ DI PARMA

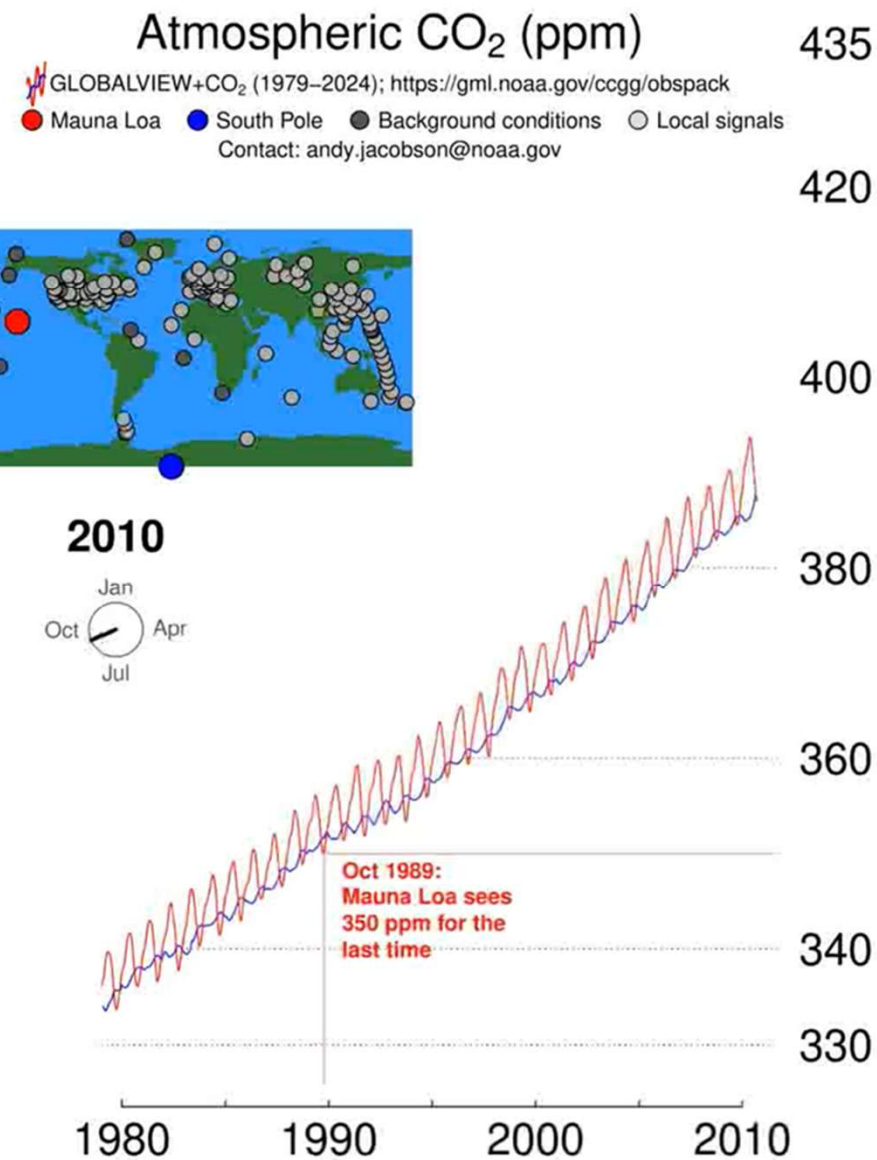
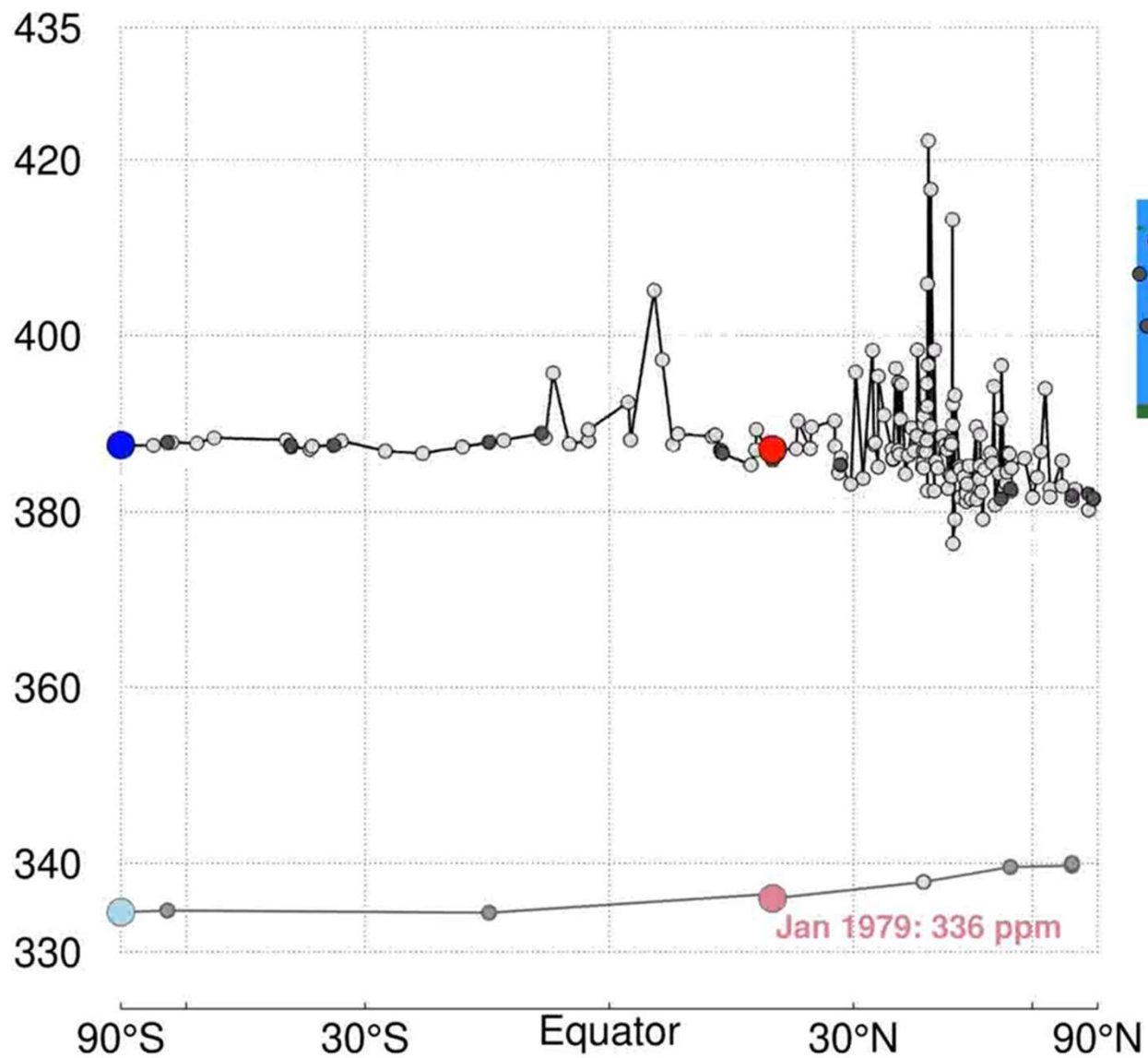
Stefano Caserini

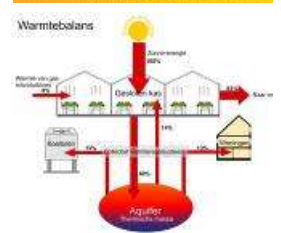
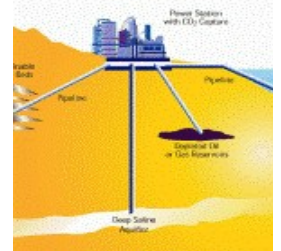
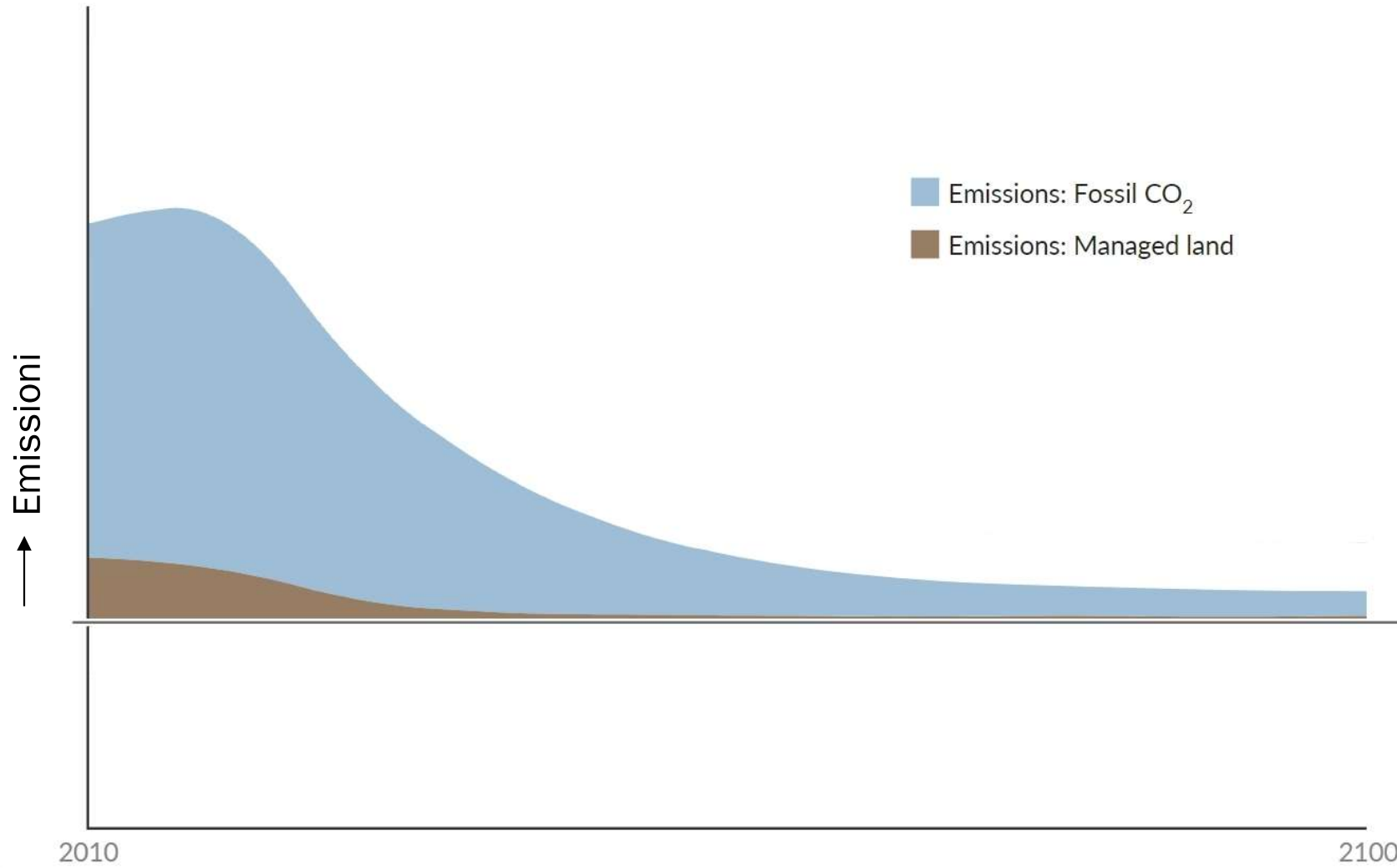
• = 1 GtC = 10^{12} kg of Carbon
 Stocks in GtC Flows in GtC / year

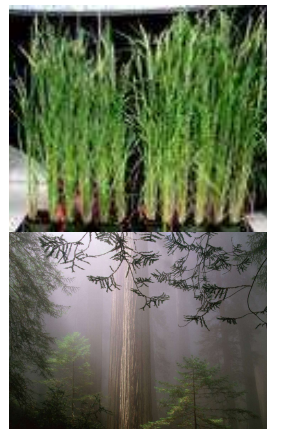
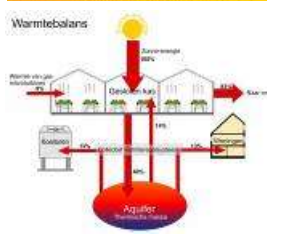
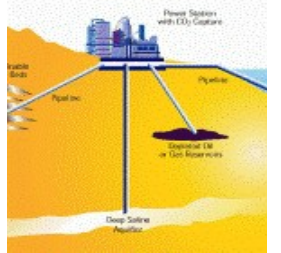
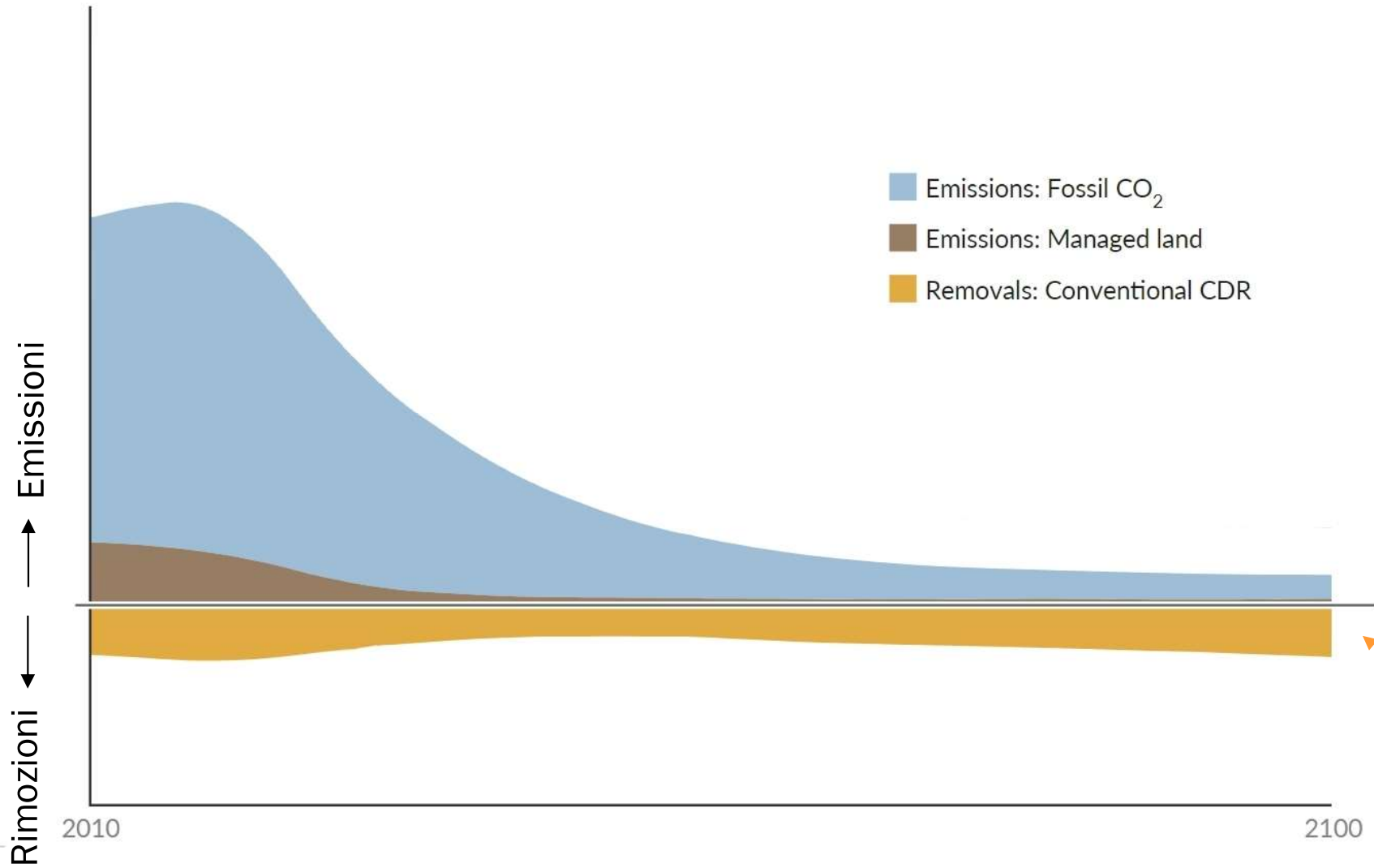
Earth's Carbon Cycle

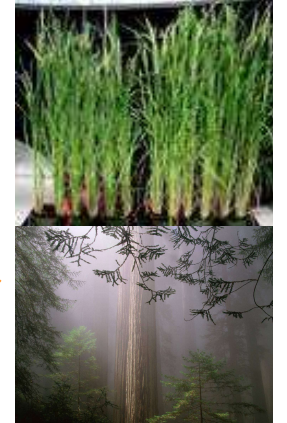
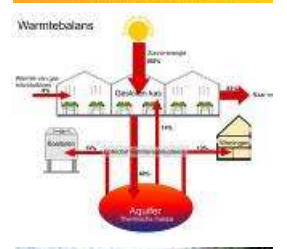
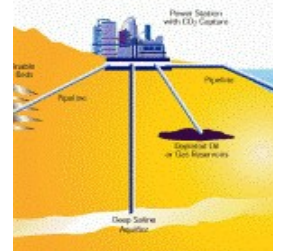
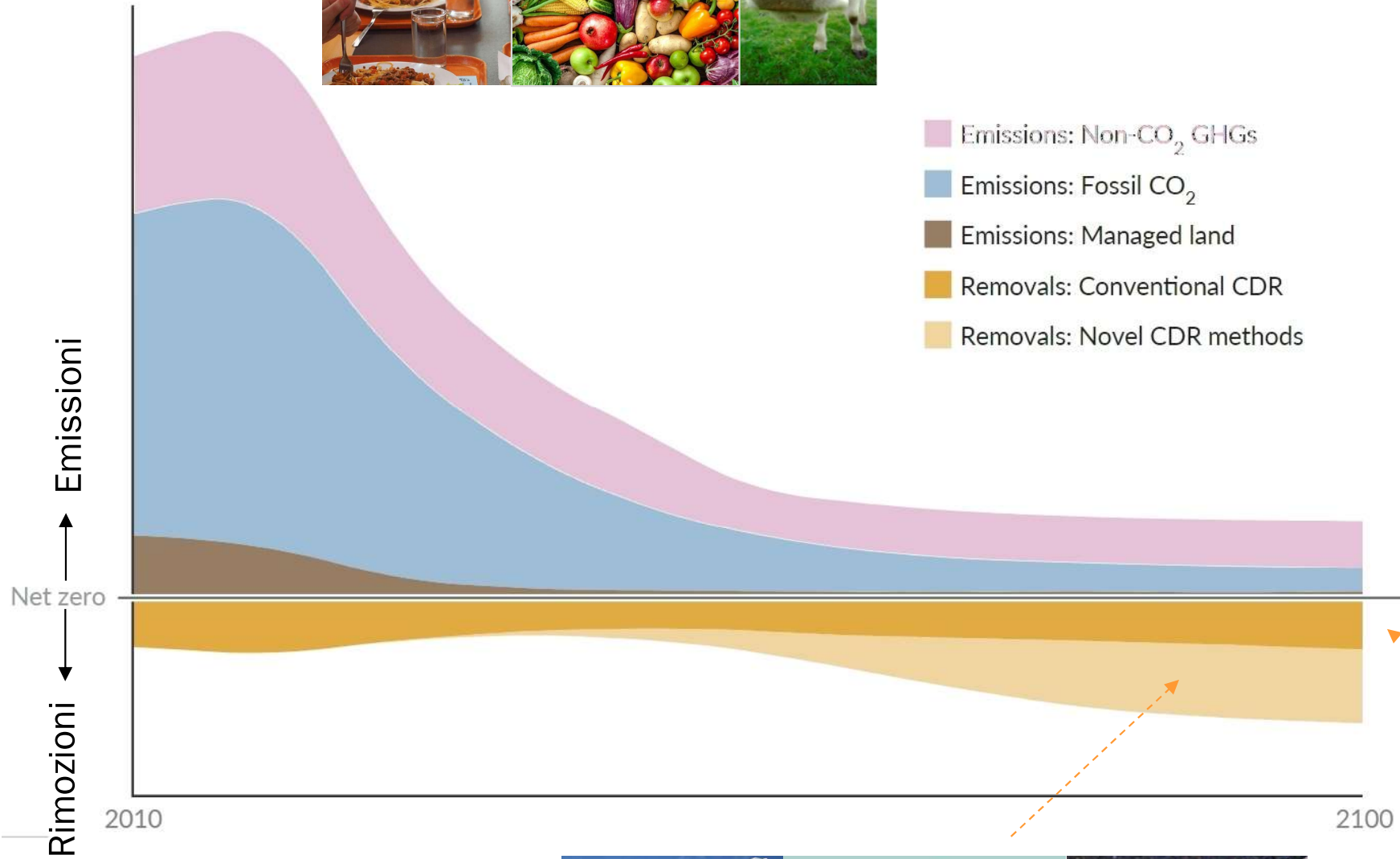
1950



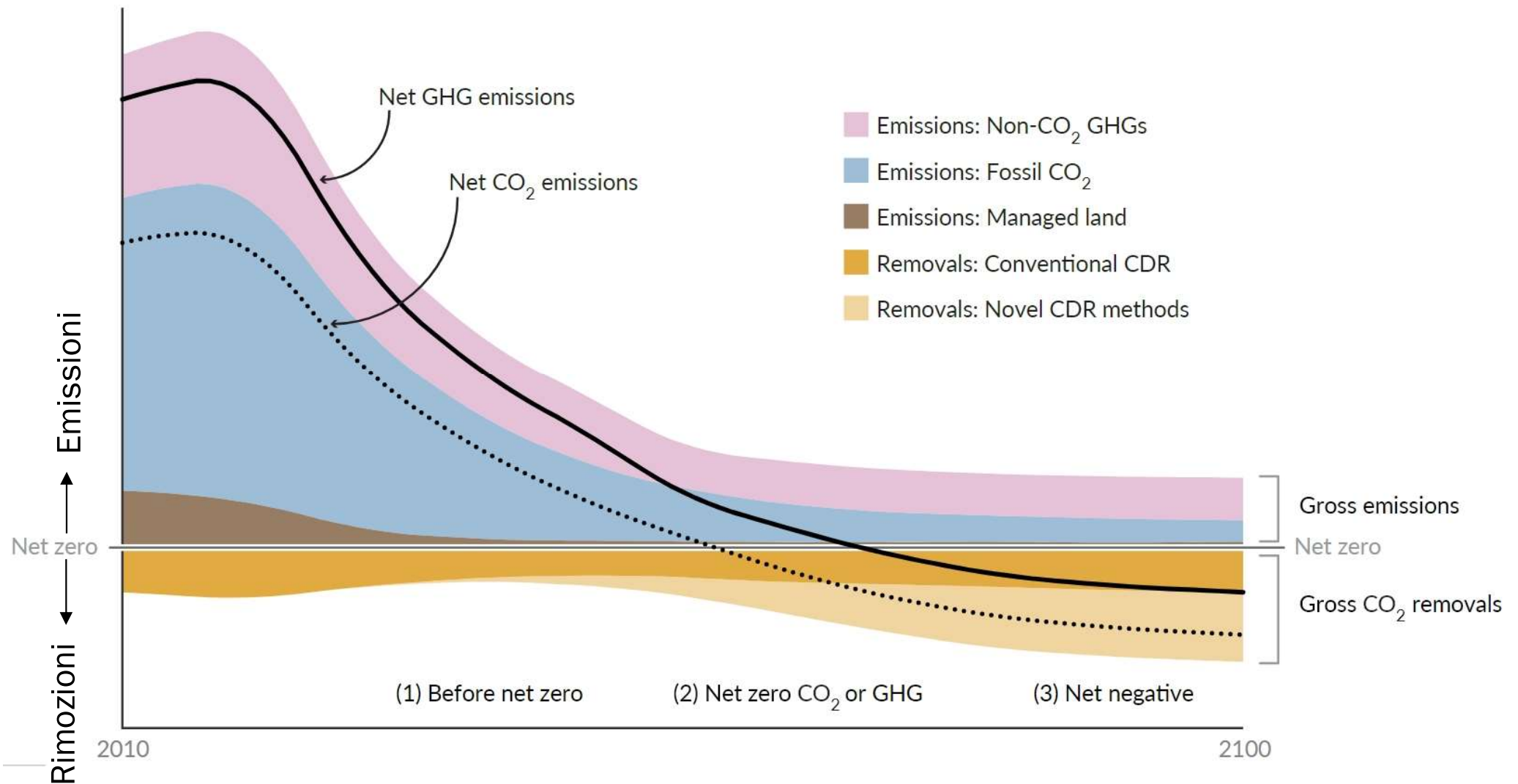








The removal of atmospheric CO₂ is a feature of all scenarios that achieve the Paris Agreement goal of stabilizing global average temperature “well below +2°C”, in addition to a rapid reduction in GHG emissions.



The political economy of negative emissions technologies: consequences for international policy design

Matthias Honegger^a and David Reiner^b

Earth's Future

COMMENTARY

10.1002/ef.201600033

Key Points:
• Only a carbon market will put the world on a low-carbon path.

The world's biggest gamble

Johan Rockström¹, Hans Joachim Schellnhuber², Brian Hoskins³, Veerabhadran Ramanathan⁴, Peter Schlosser⁵, Guy Pierre Brasseur⁶, Owen Gaffney^{1,2}, Carlos Nobre⁷, Malte Meinshausen^{1,2}, Joeri Rogelj^{10,11}, and Wolfgang Lucht¹

High-level techno-economic assessment of negative emissions technologies

Niall McGlashan^a, Nilay Shah^a, Ben Caldecott^b, Mo

Negative emission technologies: What role in meeting Paris Agreement targets?

Betting on negative emissions

Sabine Fuss, Josep G. Canadell, Glen P. Peters, Massimo Tavoni, Robbie M. Andrew, Robert B. Jackson, Chris D. Jones, Florian Kraxner, Nebojsa Nakicenovic, Corinne Le Michael R. Raupach, Ayyoob Sharifi, Pete Smith and Yoshiki Yamagata

Catalysing a political shift from low to negative carbon

Glen P. Peters^a and Oliver Geden

nature
climate change

REVIEW ARTICLE

PUBLISHED ONLINE 3 DECEMBER 2016 | DOI: 10.1038/ncc1601

NATURE ENERGY | VOL 1 | JANUARY 2016 | www.nature.com/natureenergy

PUBLISHED: 11 JANUARY 2016 | ARTICLE IN BRIEF: TOWARDS A LOW-CARBON FUTURE

comment

Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions

Pete Smith^{1*}, Steven J. Davis², Felix Creutzig^{3,4}, Sabine Fuss⁵, Jan Minx^{3,4,6}, Benoit Gabrielle^{1,8}, Etsushi Kato⁹, Robert B. Jackson¹⁰, Annette Cowie¹¹, Elmar Kriegler⁴, Detlef P. van Vuuren^{12,13}, Joeri Rogelj^{14,15}, Philippe Ciais¹⁶, Jennifer Milne¹⁷, Josep G. Canadell¹⁸, David McCollum¹⁹, Glen Peters²⁰, Robbie Andrew²¹, Volker Krey²², Gyami Shrestha²³, Pierre Friedlingstein²⁴, Thomas Gasser^{16,25}, Arnulf Grubler²⁶, Wolfgang K. Heidug²⁷, Matthias Jonas²⁸, Chris D. Jones²⁹, Florian Kraxner³⁰, Emma Littleton³¹, Jason Lowe³², José Roberto Moreira³³, Nebojsa Nakicenovic³⁴, Michael Obersteiner³⁵, Anand Patwardhan³⁶, Mathis Rogner³⁷, Ed Rubin³⁸, Ayyoob Sharifi³⁹, Asbjørn Torvanger⁴⁰, Yoshiki Yamagata⁴¹, Jae Edmonds⁴² and Cho Yongsung⁴³

A commercialization strategy for carbon-negative energy

Daniel L. Sanchez and Daniel M. Kammen

Scrutinize CO₂ removal methods

The trouble with negative emissions

Reliance on negative-emission concepts locks in humankind's carbon addiction

When are negative emissions negative emissions?

Specialty Grand Challenge: Negative Emission Technologies

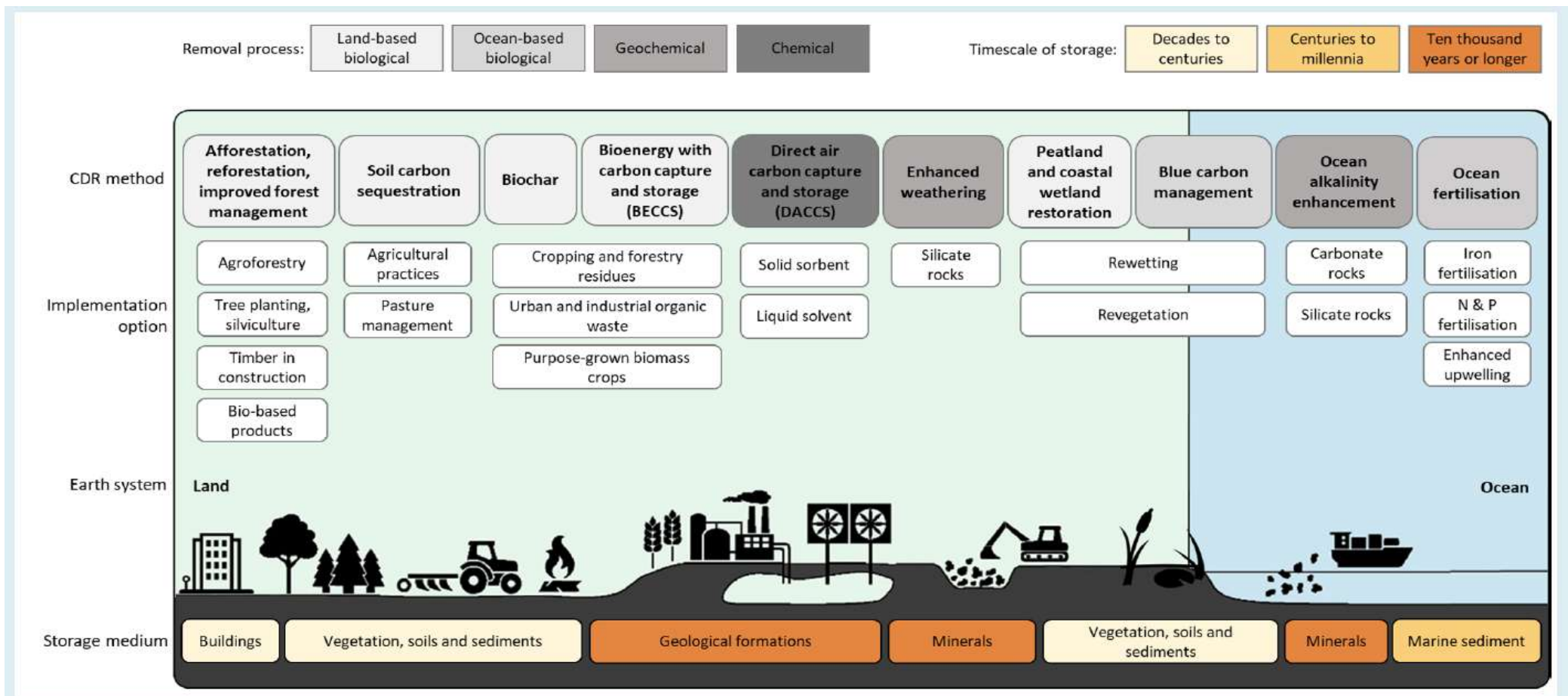
Sono disponibili numerose opzioni per rimuovere CO₂ atmosferica, ottenendo «emissioni negative» di CO₂.

In seguito sono illustrate le seguenti, che sono le principali

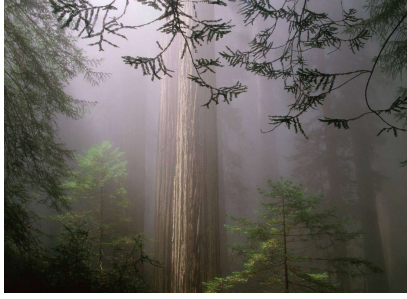
- **Afforestation and reforestation**
- **Soil Carbon Sequestration**
- **Biochar**
- **Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS)**
- **Direct Air Capture of CO₂ from air – and storage (DACCS)**
- **Enhanced terrestrial weathering**
- **Ocean alkalization (ocean liming)**

Carbon dioxide removal (CDR) technologies

Negative Emission Technologies (NETs)



Cross-Chapter Box 8, Figure 1 | Carbon dioxide removal taxonomy. Methods are categorised based on removal process (grey shades) and storage medium (for which timescales of storage are given, yellow/brown shades). Main implementation options are included for each CDR method. Note that specific land-based implementation options can be associated with several CDR methods, for example, agroforestry can support soil carbon sequestration and provide biomass for biochar or BECCS. Source: adapted from Minx et al. (2018).



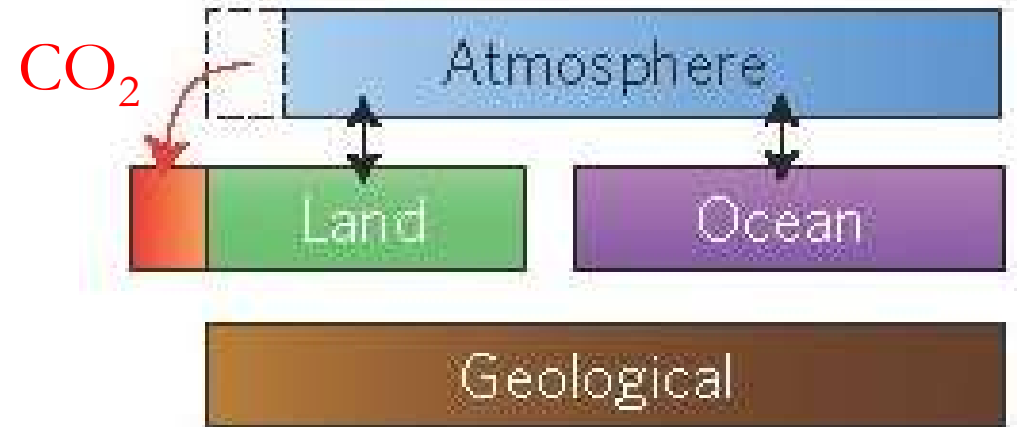
Afforestation and reforestation

could fix atmospheric carbon in biomass

A positive point is that these are existing 'technologies' which can be applied at low cost.

A negative point is that to absorb gigatonne quantities of CO₂, large (and ever-increasing) areas would be required to absorb CO₂ through forest growth (or regrowth)."
(EASAC, 2018)

Afforestation/changed
agricultural practices



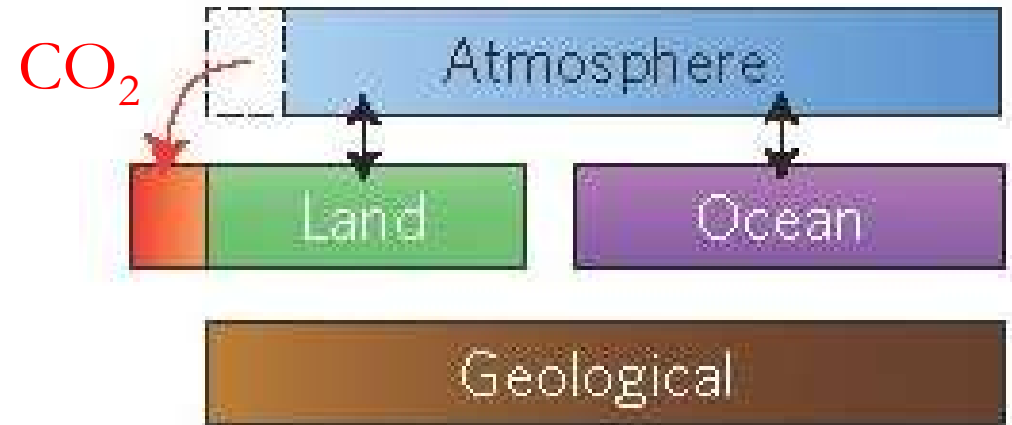
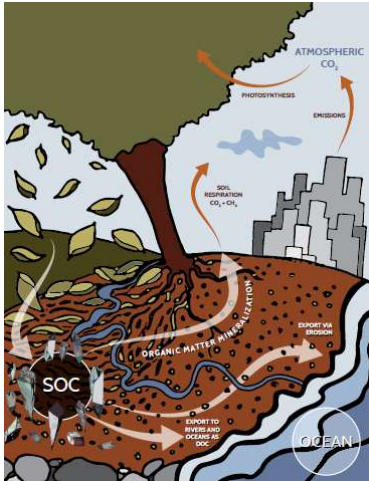
Rischio di un «effetto
deterrenza»: si piantano alberi
per posticipare le azioni di
decarbonizzazione

Basterebbe una foresta
grande come gli Usa

Insistere soltanto sulle riduzioni delle emissioni non avrebbe portato a nessun risultato concreto (su questo sono ancora pronto a scommettere). Prima che i grandi produttori di CO₂ comprendano l'assoluta necessità di ridurre le emissioni saranno, infatti, necessari molti anni di "conversione" ecologica. Nel frattempo, guadagniamo i decenni che ci servono piantando 1.000 miliardi di alberi.

Soil Carbon Sequestration / Agricultural practices

could fix atmospheric carbon in soils

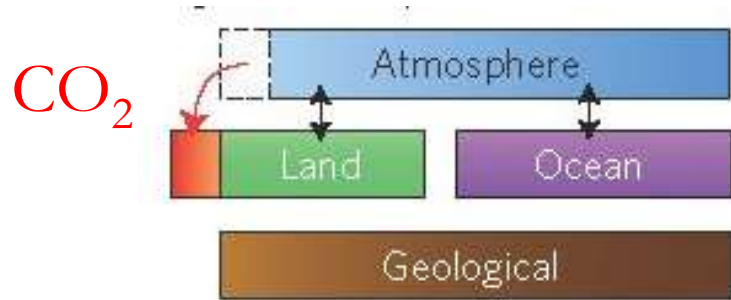


Metodi ordinari/convenzionali	Pratiche di gestione raccomandate (RMP)
Combustione delle biomasse e rimozione dei residui colturali	Recupero dei residui come pacciame di superficie
Aratura convenzionale	Minima lavorazione, no-till e pacciamatura
Maggese	Colture di copertura (cover crops)
Monocoltura continua	Rotazione ad elevata diversità
Agricoltura di sussistenza a bassi input	Gestione mirata degli input
Utilizzo intenso di fertilizzanti	Gestione integrata dei nutrienti con compost ed agricoltura di precisione
Agricoltura intensiva	Integrazione del pascolo (e di colture prative poliennali e/o dell'agroforestazione) negli ordinamenti colturali
Irrigazione superficiale	Irrigazione a goccia o sub-irrigazione
Utilizzo indiscriminato di fitofarmaci	Gestione integrata delle infestanti
Coltivazione di terreni marginali	Programmi conservativi, recupero di suoli degradati mediante land-use change

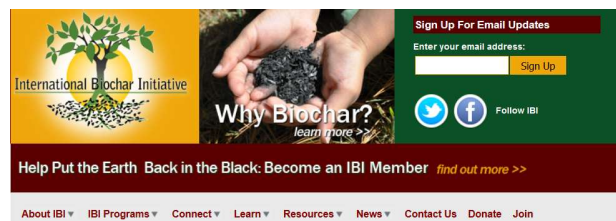
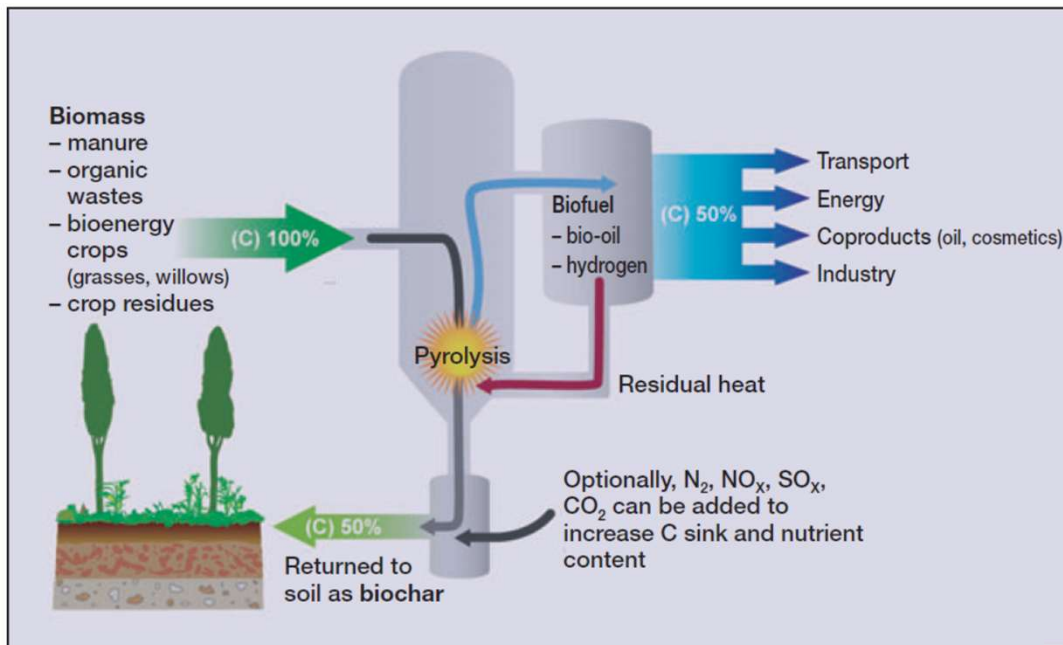


Biochar

soil amendment that increase soil C storage and improve soil functions

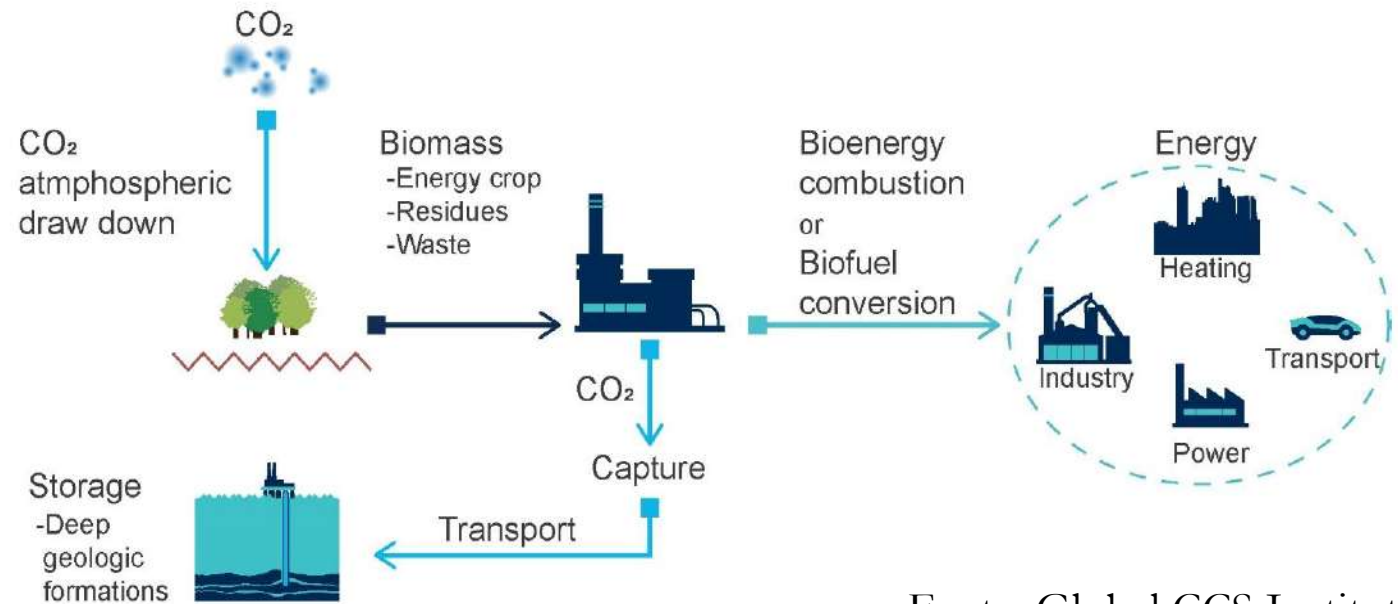


Biochar is produced from pyrolysis or gassification of biomass (biomass is heated in the absence of or with limited air): this yield to combustible gases (H₂, CO, CH₄), bio-oils, and a solid carbon-rich residue (the biochar).



Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS)

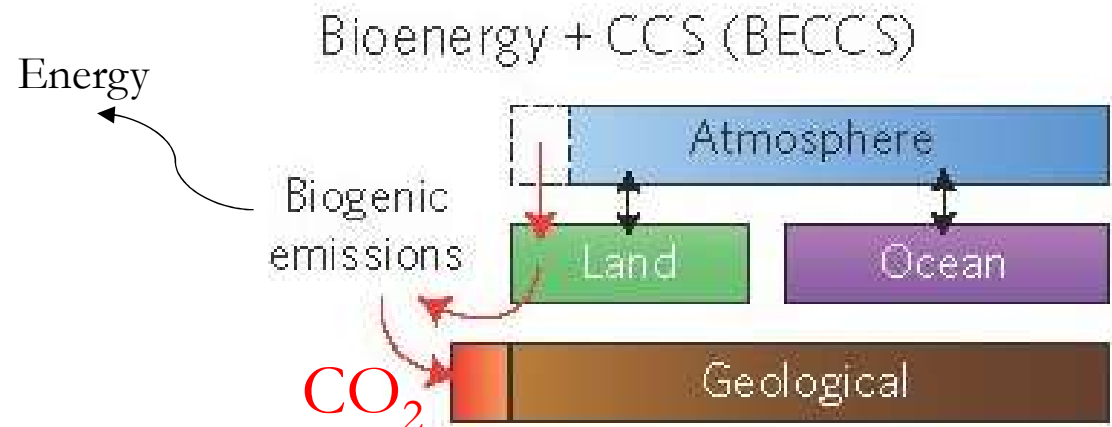
remove carbon from the atmosphere through biological uptake and consequent carbon capture and storage



Fonte: Global CCS Institute, 2019

Bioenergy or carbon capture and storage are not negative emissions technologies.

Bioenergy combined with carbon capture and storage is a negative emissions technology

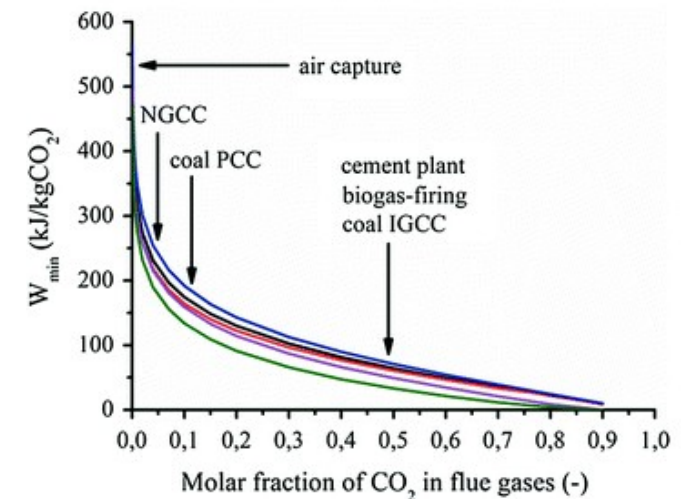
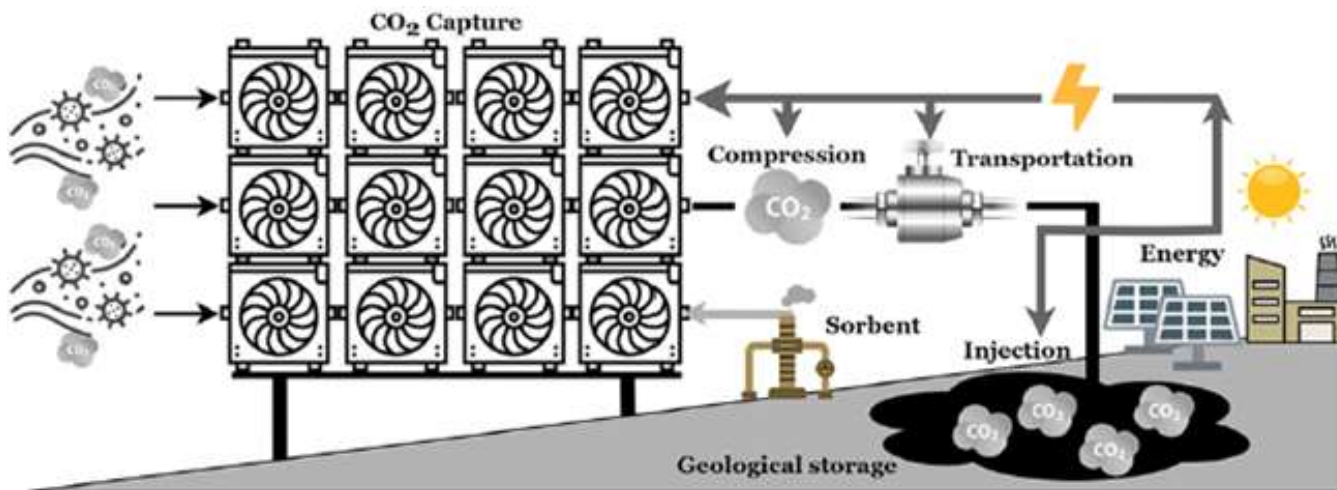
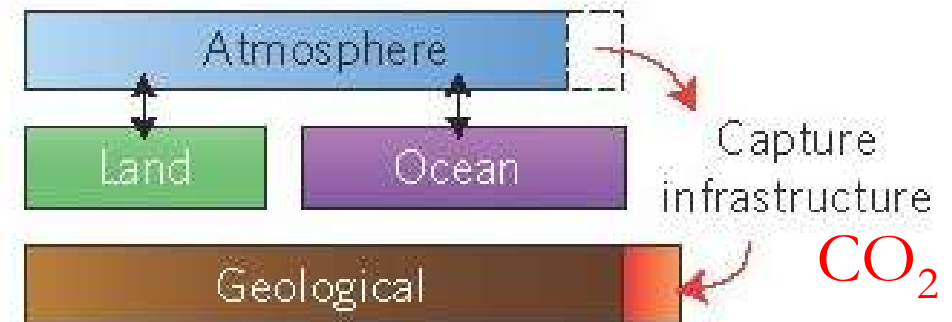


Direct air capture of CO₂ from ambient air

by engineered chemical reactions (DAC) and CCS → DACCS

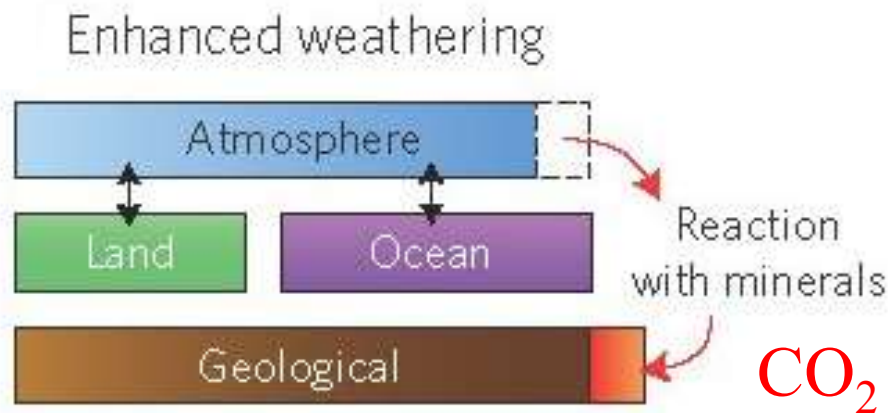


Direct air capture (DAC)

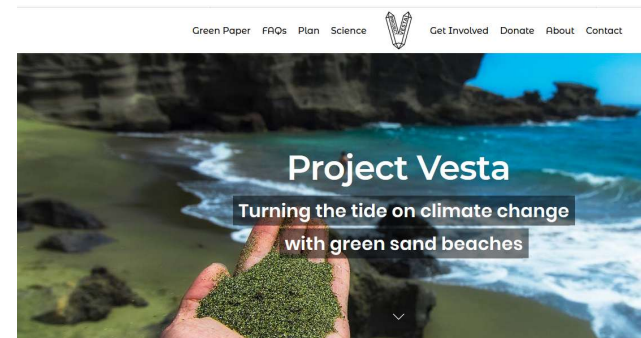
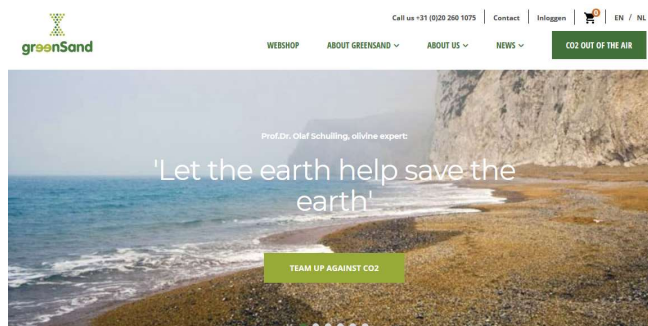
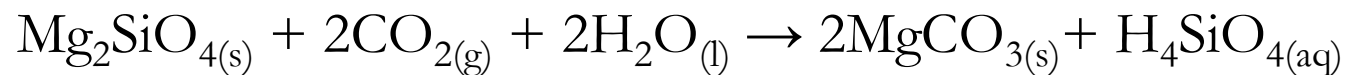
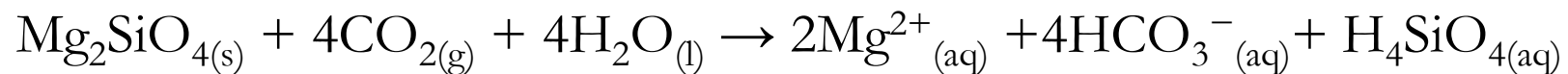


Enhanced terrestrial weathering

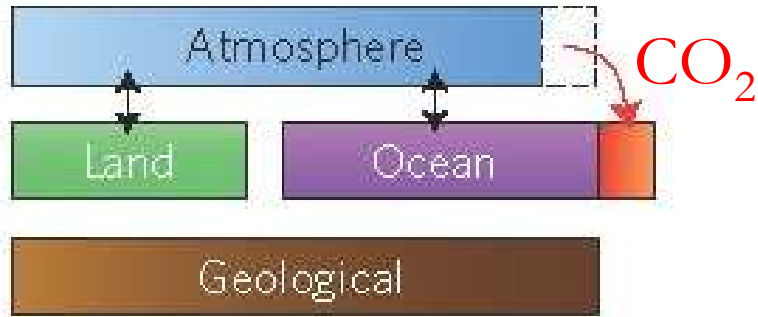
Removes CO₂ from the atmosphere accelerating the natural *geochemical processes* (weathering) *that naturally absorb CO₂ at slow rates*, and storing the products stored in soils



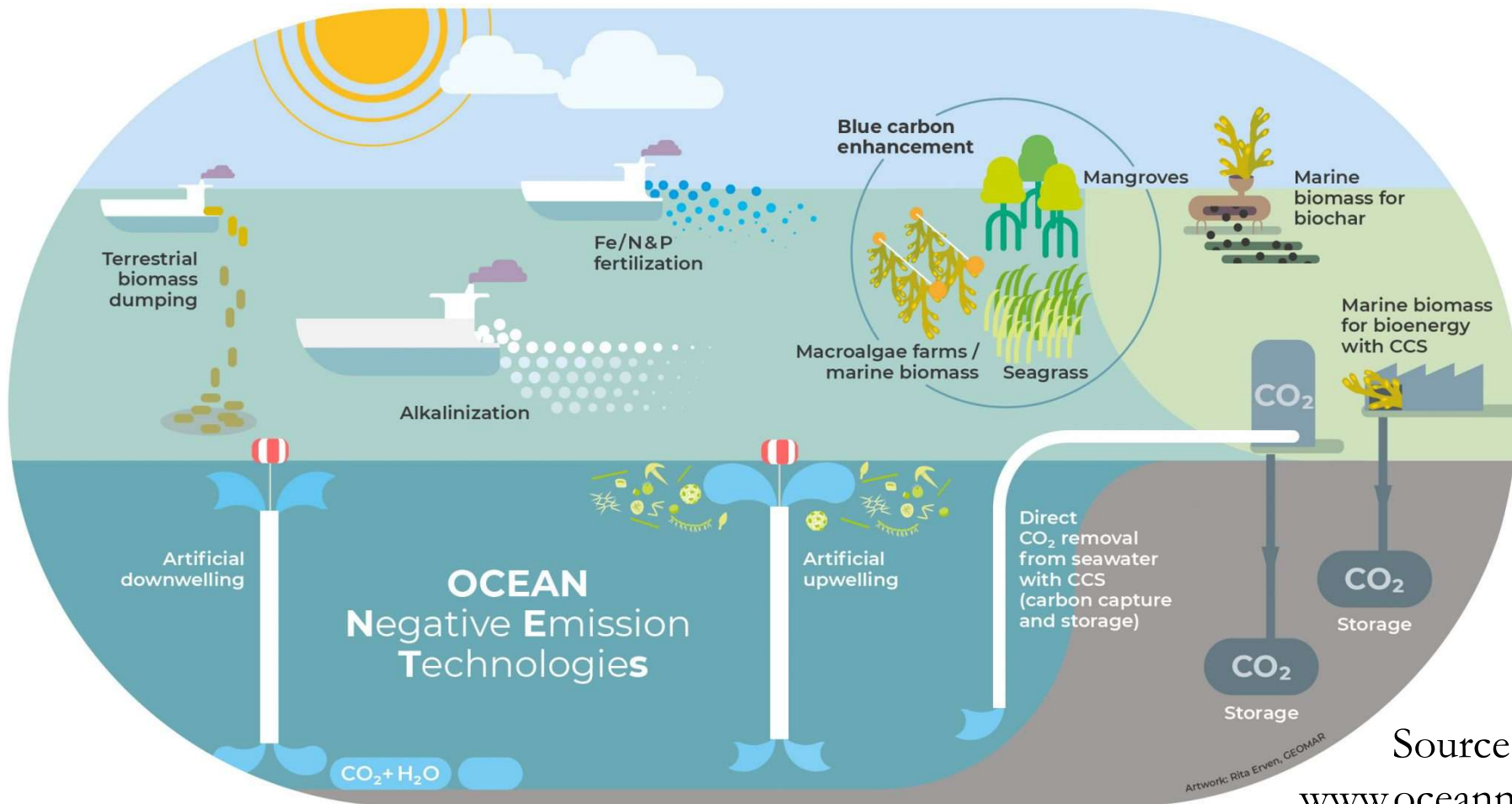
Crushed olivine or other silicate rocks are added to soil surfaces. When silicate or carbonate minerals dissolve in rainwater, CO₂ is drawn into the solution from the atmosphere



Ocean-based negative emission technologies



The ocean covers over 70% of the Earth's surface, contains many times the amount of carbon in the atmosphere and terrestrial biosphere, and will be the predominant, largest long-term sink for anthropogenic CO₂.

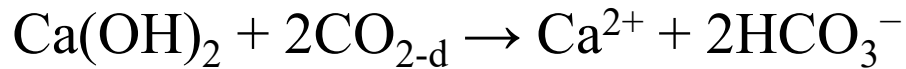
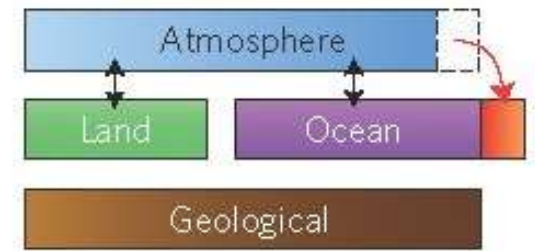


Source:

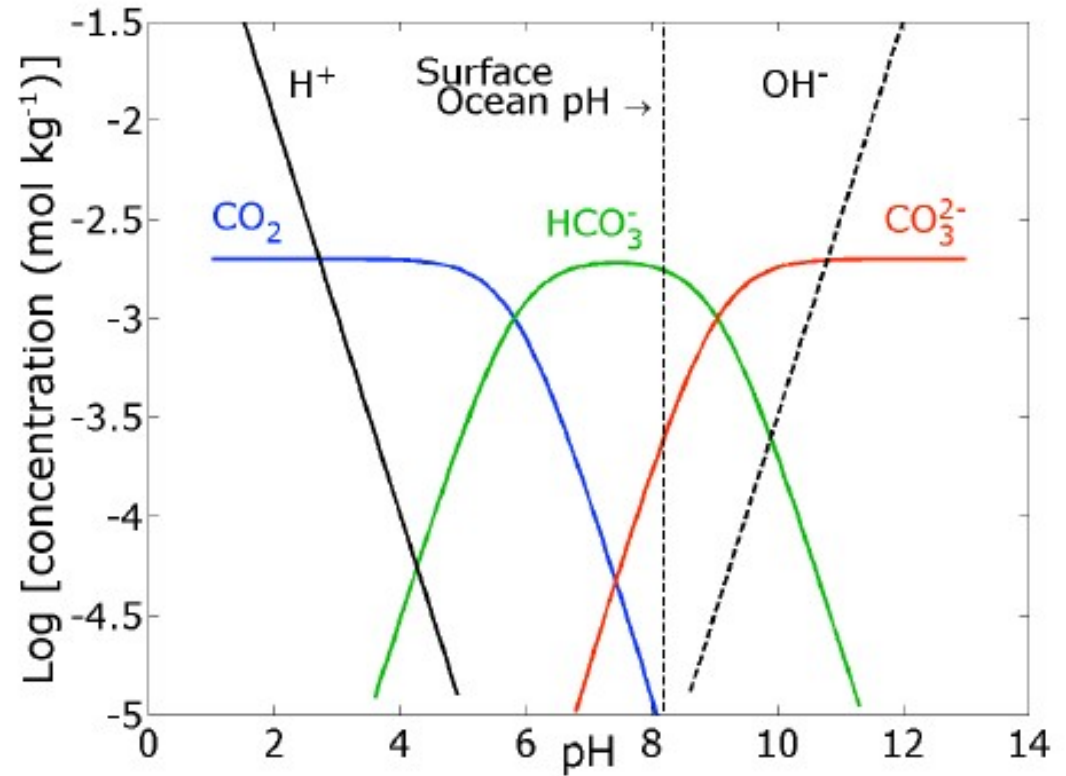
www.oceannets.eu

Ocean Alkalinity Enhancement

alkalinity is added to seawater to increase the pH of seawater and cause uptake of atmospheric CO₂.



Only the dissolved CO₂^g exchanges with the atmosphere, so its concentrations (in atmosphere and water) sets the exchange of carbon between the atmosphere and the surface ocean



Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change
<https://doi.org/10.1007/s11027-018-9835-7>

ORIGINAL ARTICLE

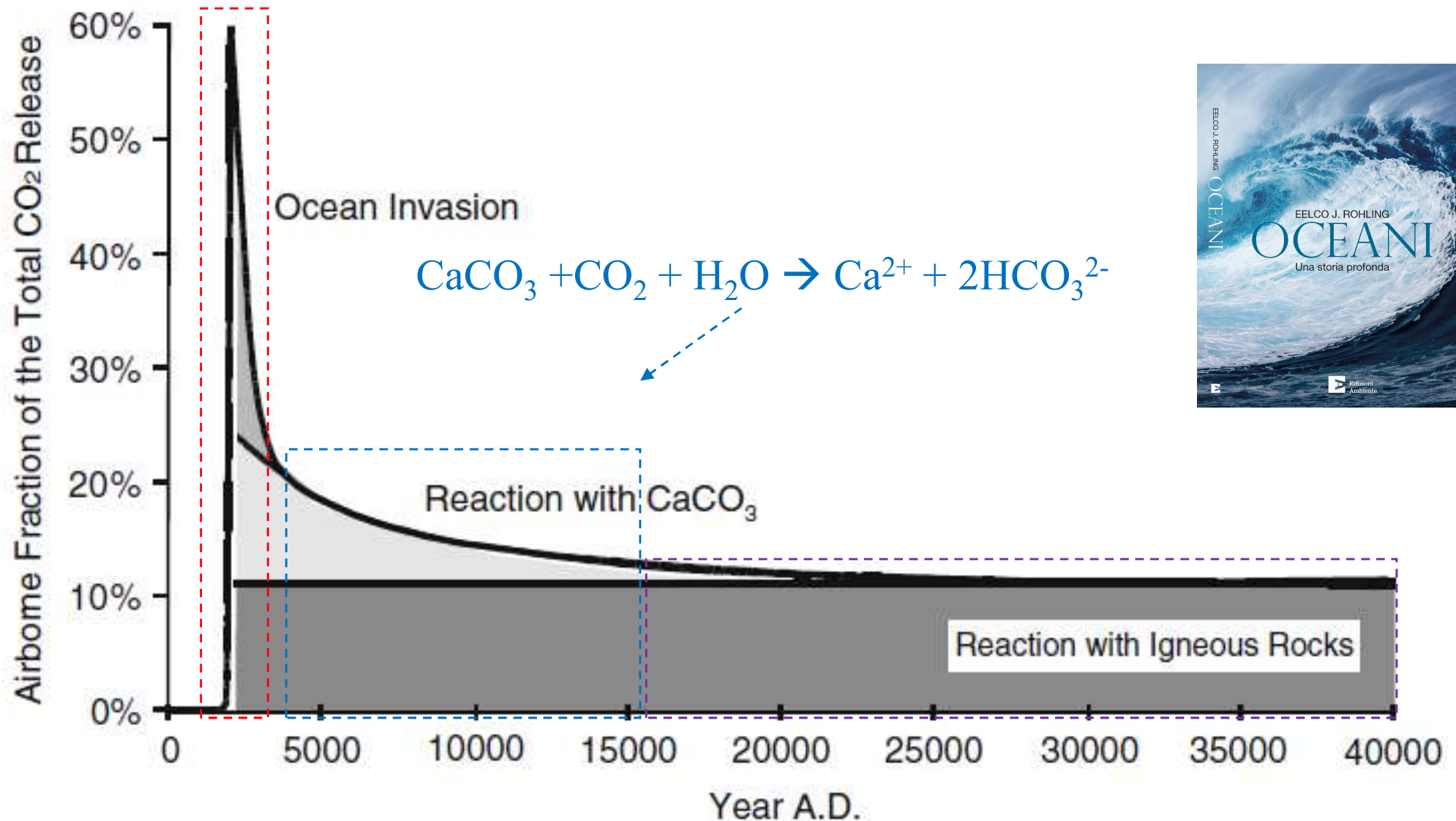


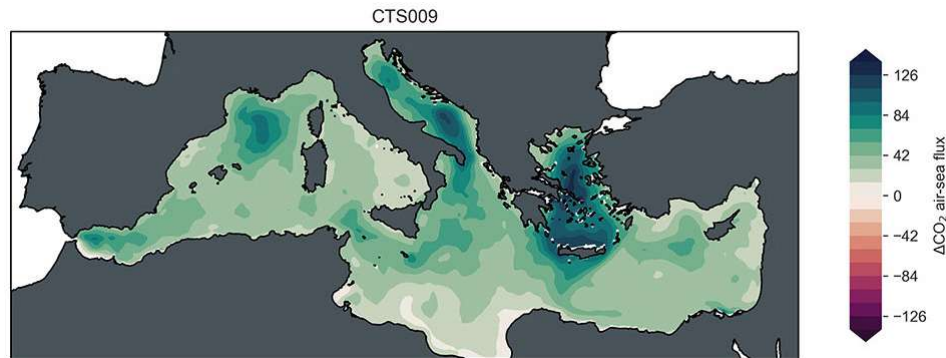
Affordable CO₂ negative emission through hydrogen from biomass, ocean liming, and CO₂ storage

Stefano Caserini¹ • Beatriz Barreto¹ • Caterina Lanfredi¹ • Giovanni Cappello² • Dennis Ross Morrey² • Mario Grosso¹

3.3.10 ...Ocean pH has decreased by 0.1 pH units since the pre-industrial period, a shift that is unprecedented in the last **65 million years** (high confidence) or even 300 million years of Earth's history (medium confidence)

Surce: IPCC – SR1,5°C – Chap.3

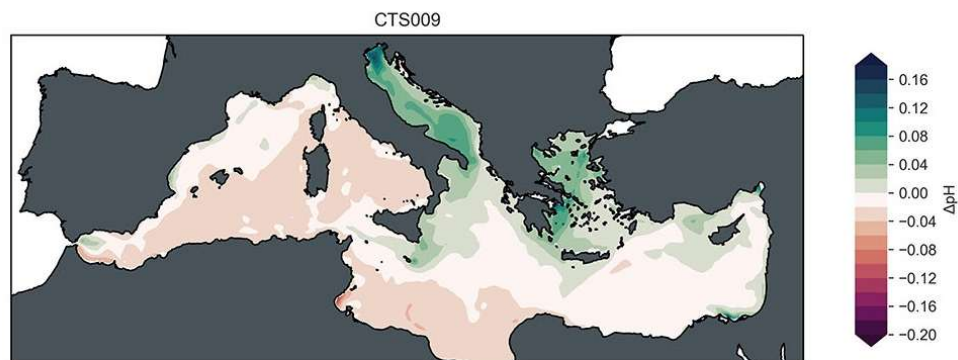
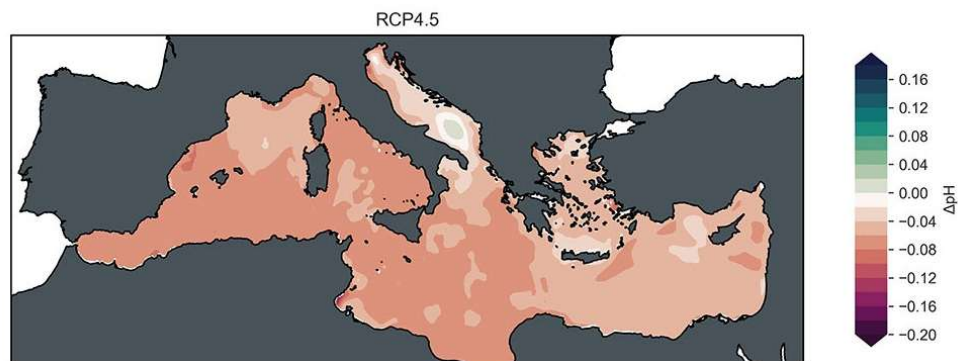




Potential of Maritime Transport for Ocean Liming and Atmospheric CO₂ Removal

Stefano Caserini^{1*}, Dario Pagano¹, Francesco Campo¹, Antonella Abbà²,
Serena De Marco¹, Davide Righi¹, Phil Renforth³ and Mario Grosso¹

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, Politecnico di Milano, Milan, Italy, ² Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali, Politecnico di Milano, Milan, Italy, ³ Research Centre for Carbon Solutions, School of Engineering and Physical Sciences, Heriot-Watt University, Edinburgh, United Kingdom



Changes of mean fields of surface pH at mid-century (2046–2050) with respect to present day conditions for RCP4.5 baseline scenario (no alkalization), and CTS009 scenario (with alkalization).
Source: Butenschön et al., 2021.

Alkalinization Scenarios in the Mediterranean Sea for Efficient Removal of Atmospheric CO₂ and the Mitigation of Ocean Acidification

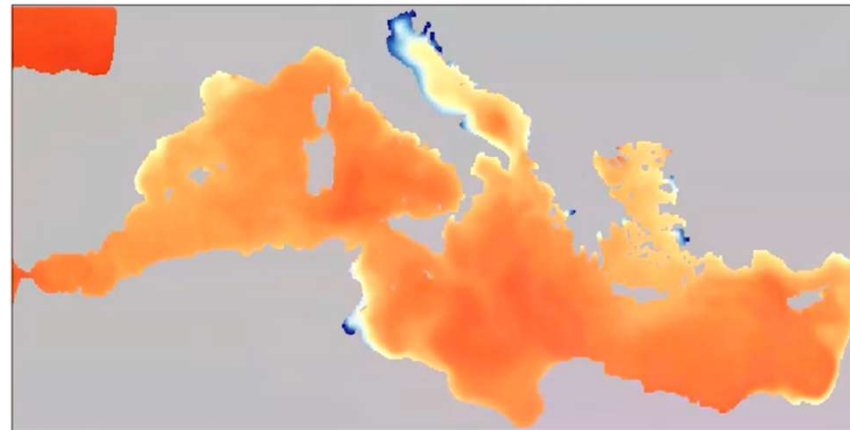
Momme Butenschön^{1*}, Tomas Lovato¹, Simona Masina¹, Stefano Caserini² and Mario Grosso²

¹ Ocean Modeling and Data Assimilation Division, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Bologna, Italy, ² Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano, Milan, Italy

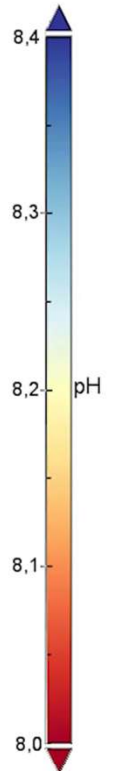
“Simulations suggest the potential of nearly doubling the carbon-dioxide uptake rate of the Mediterranean Sea after 30 years of alkalinization, and of neutralizing the mean surface acidification trend of the baseline scenario without alkalinization over the same time span.”

PROJECTION OF SEAWATER pH IN THE MEDITERRANEAN

Reference Scenario (no alkanization)

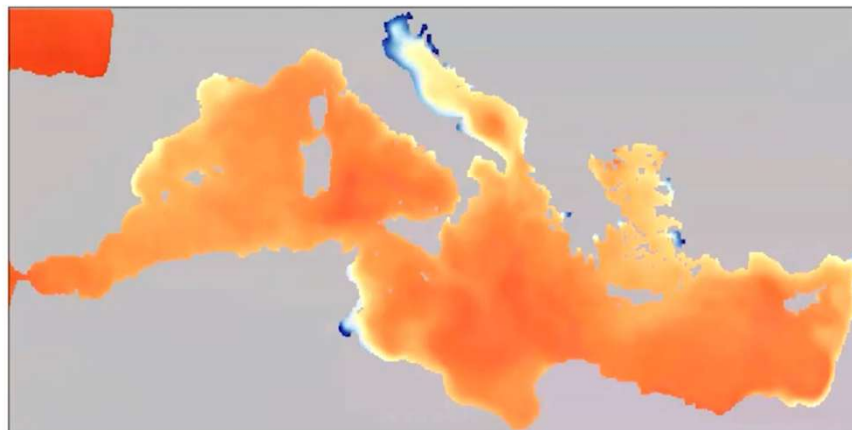


year
2020



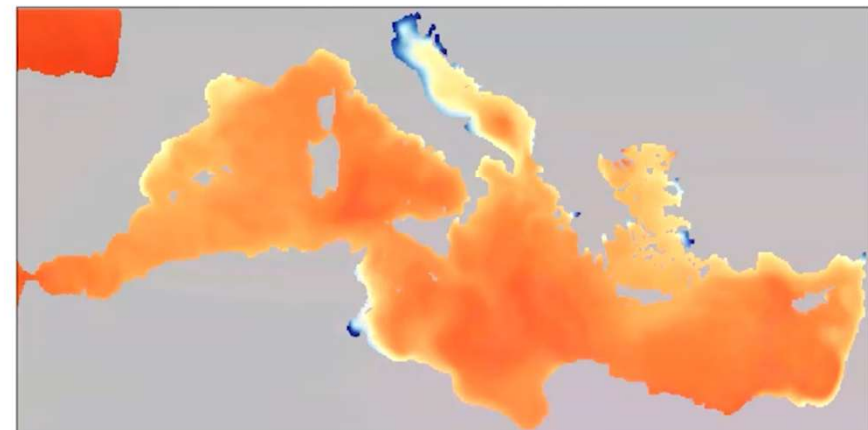
Costant alkanisation scenario

200 Mt Ca(OH)_2 /year addition during 2020-2050



Progressive alkanisation scenario

gradually increasing Ca(OH)_2 addition from 0 in 2020 to 213 Mt/year in 2050



Butenschön M., Lovato T., Masina S., Caserini S. and Grosso M. (2021) Alkalinization scenarios in the Mediterranean sea for efficient removal of atmospheric CO_2 and the mitigation of ocean acidification. *Frontiers in Climate*. 3, 614537. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.614537>

<https://carbonplan.org/research/oae-efficiency>

An interactive tool for exploring the efficiency of ocean alkalinity enhancement (OAE)

(carbon)plan

This is an interactive tool for exploring the efficiency of ocean alkalinity enhancement (OAE). You can explore global patterns, or select a polygon region to see how alkalinity released in a specific region and month will move through the ocean and result in carbon removal over time. Read the [paper](#) or our [explainer article](#) for more details. Developed in collaboration with [\[C\]Worthy](#).

REGION Select a polygon

DISPLAY

VARIABLE EFFICIENCY 

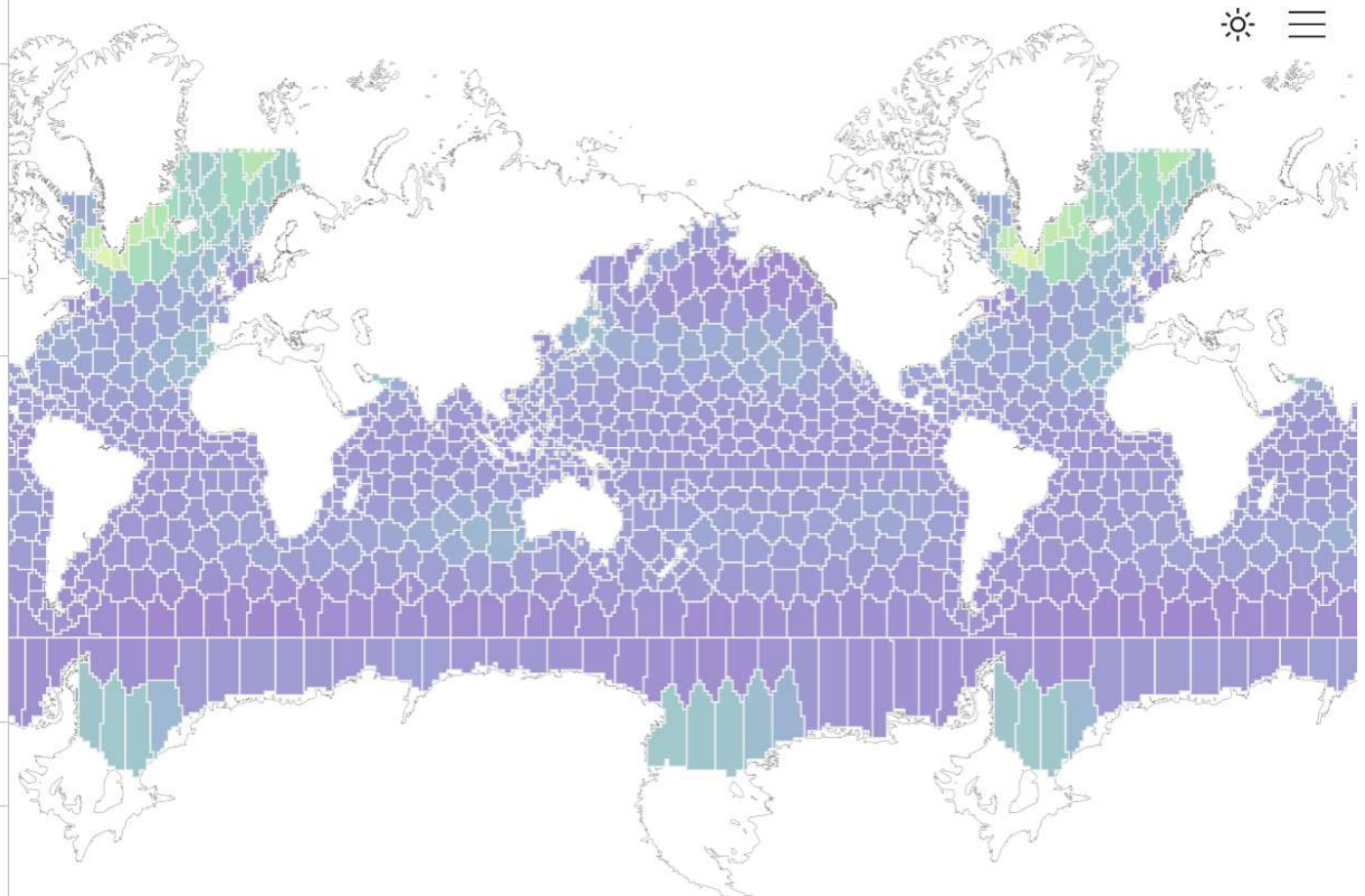
CO₂ removed per unit of alkalinity added. Higher values indicate more efficient carbon removal. Select a region to view additional experimental outputs.

COLOR RANGE (mole CO₂ / mole alkalinity)

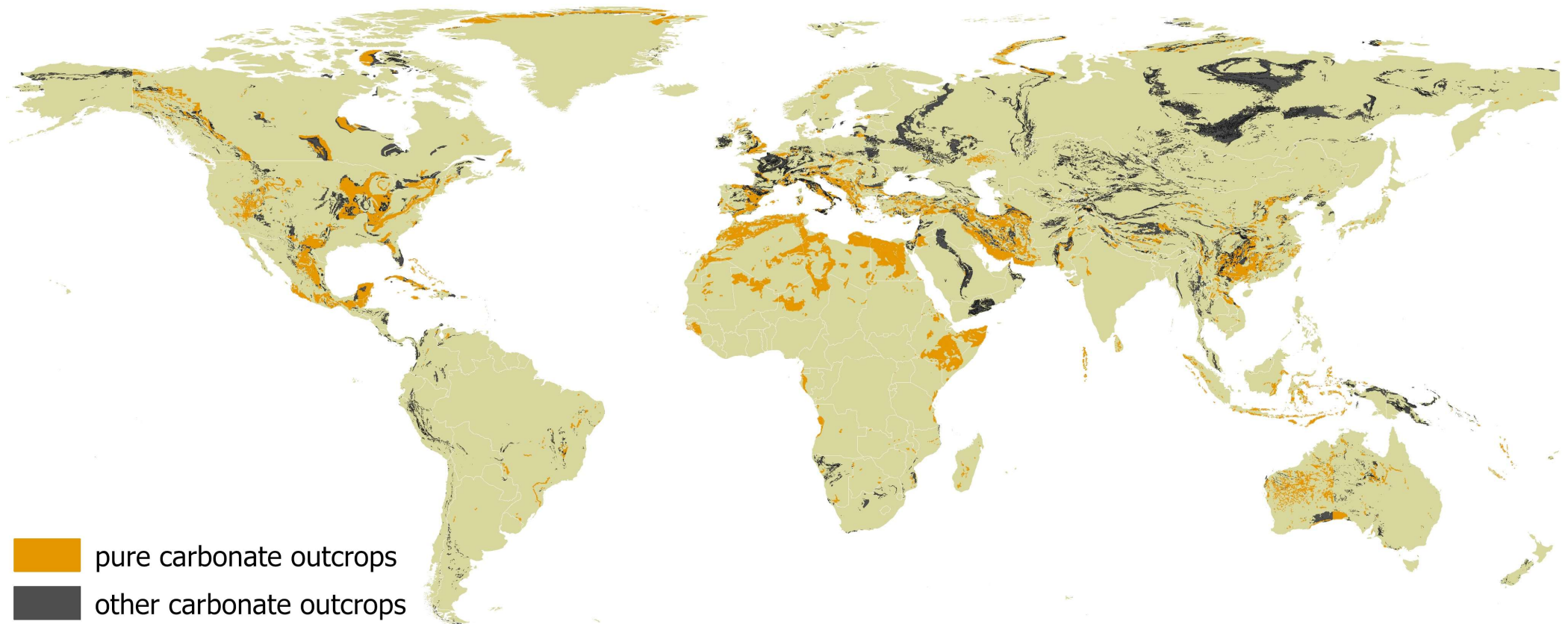


INJECTION MONTH JAN APR JUL OCT

ELAPSED TIME  YEAR 15 DIC 



Pure carbonate and other carbonate rocks outcrops in the world



Data from Hartmann J. & Moosdorf N., 2012, The new global lithological map database GLiM

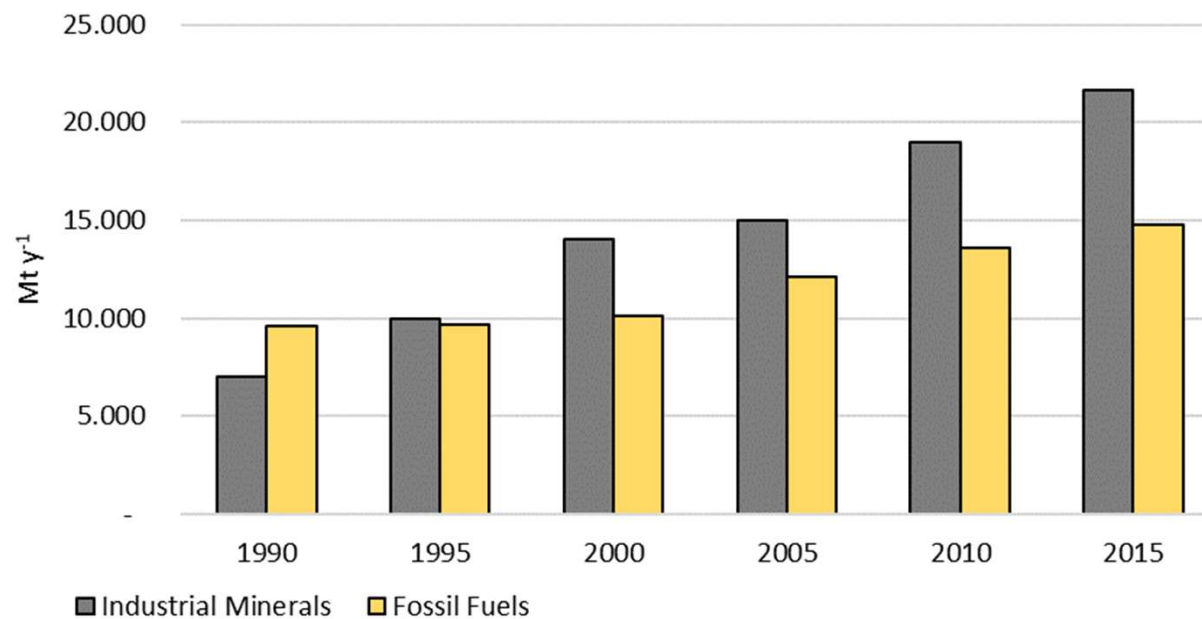
Source: Caserini S., Storni N., Grosso M. (2022) The Availability of Limestone and Other Raw Materials for Ocean Alkalinity Enhancement. Global Biogeochemical Cycles.

World production of mineral raw materials in Mt year⁻¹ for 2015

INDUSTRIAL MINERALS - CO ₂ reacting		INDUSTRIAL MINERALS - Others		IRON AND FERRO-ALLOY METALS		NON-FERROUS METALS		FOSSIL FUELS	
Limestone	5.698	Sand & gravel	16.600	Iron	1.549	Aluminium	58	Steam coal	5.683
Magnesite	28	Crushed rocks*	2.849	Chromium	14	Copper	19	Petroleum	4.289
Olivine	8,4	Salt	286	Manganese	17	Lead	5,0	Natural gas	2.905
Brucite	1,2	Gypsum	164	Titanium	6,8	Tin	0,3	Coking coal	1.088
		Sulfur	69	Nickel	2,1	Zinc	13	Lignite	821
		Others	214	Others	<1	Others	<1	Others	21
Total	5.736	Total	20.183	Total	1.589	Total	96	Total	14.807

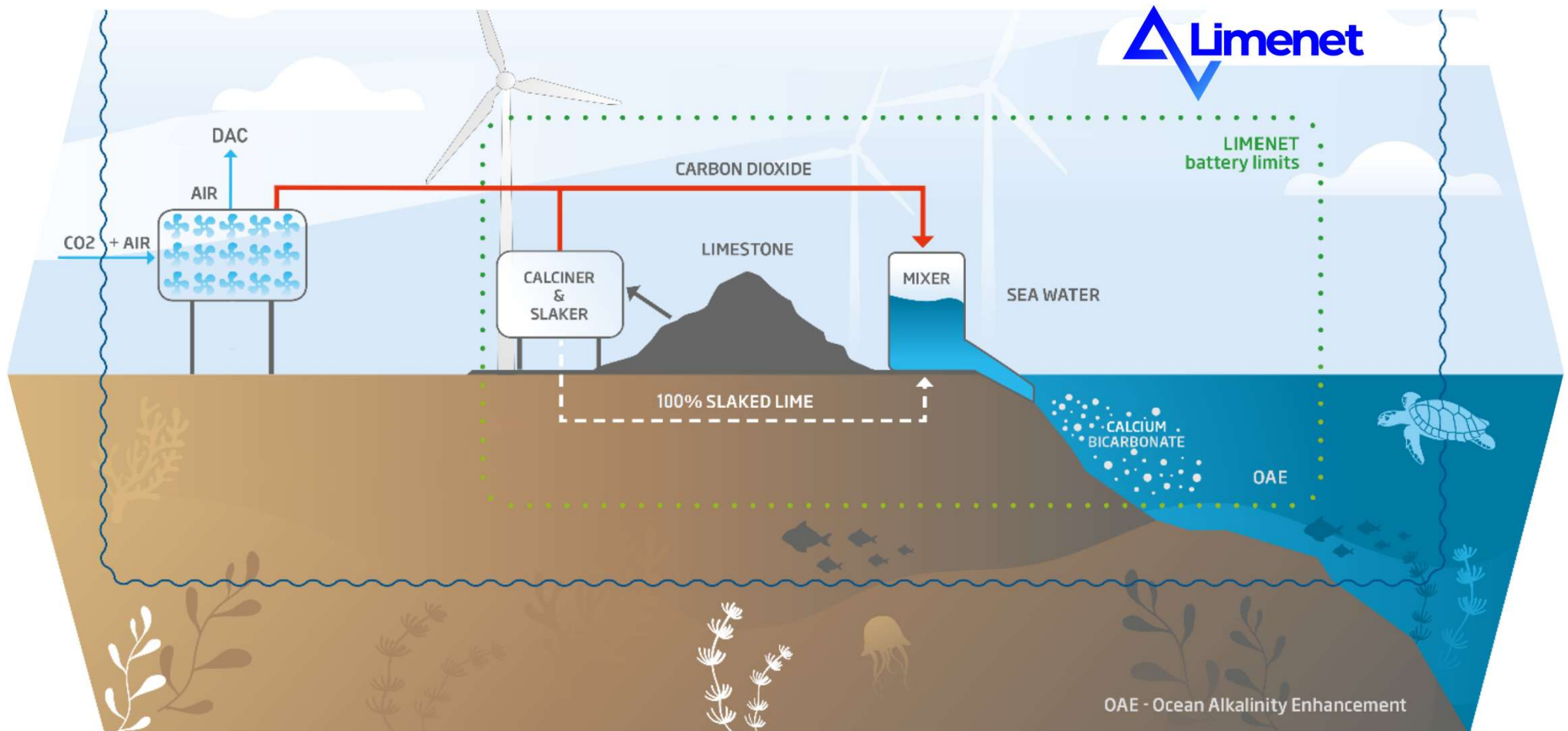
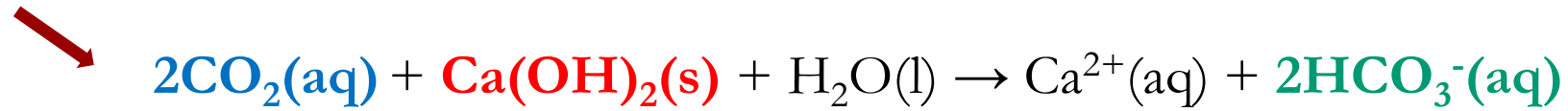
* except limestone

Same magnitude of extraction
between industrial minerals
and fossil fuels

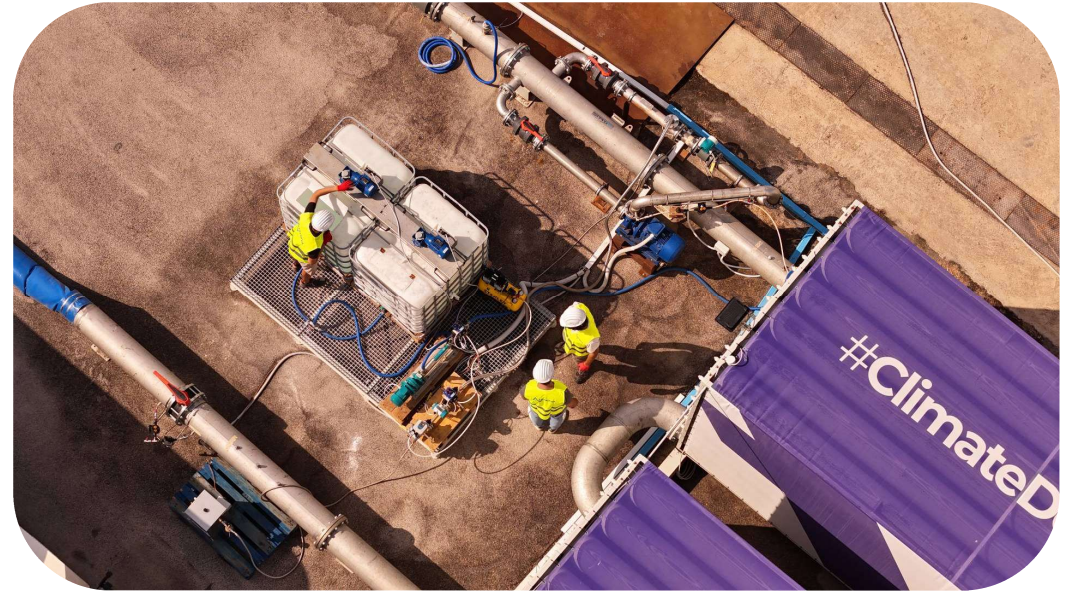
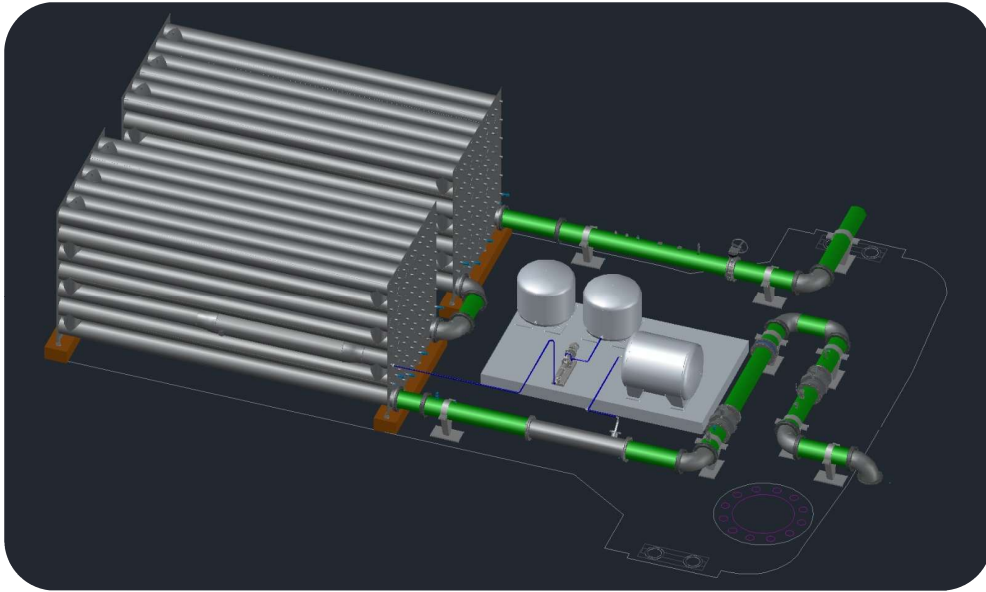


Storing CO₂ as bicarbonates in seawater

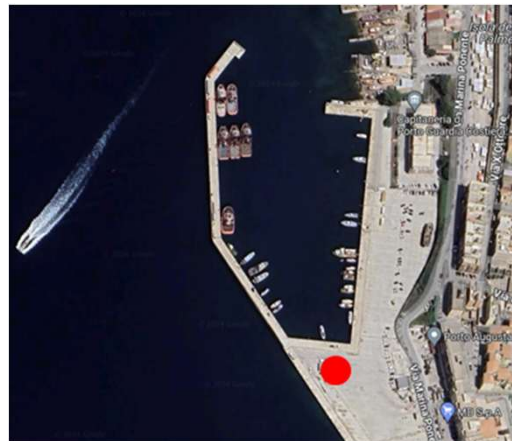
CO₂(g) from point sources or captured from the atmosphere



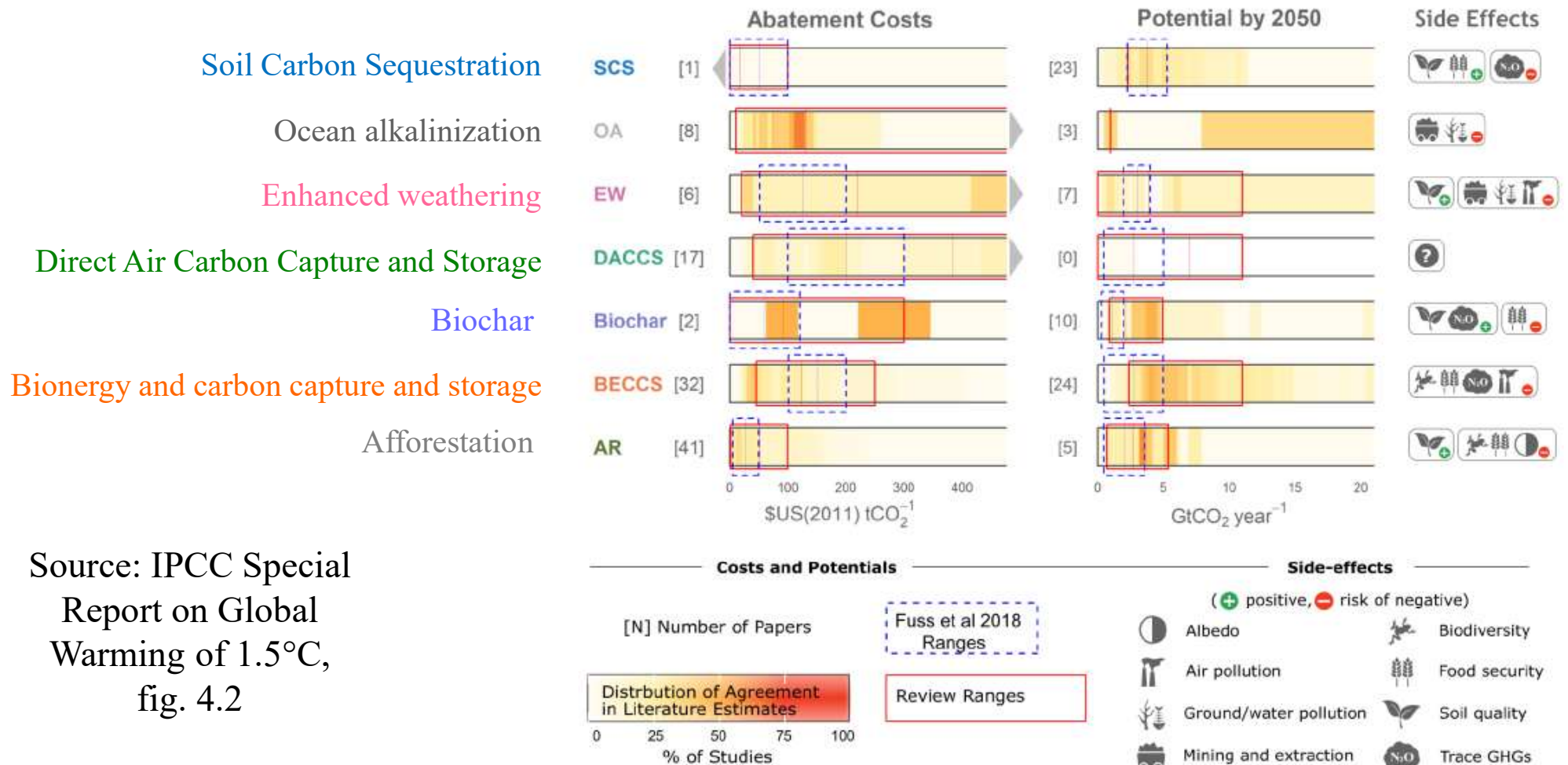
Caserini S., Capello G., Righi D., Raos G., Campo F., De Marco S., Renforth P., Varliero S., Grosso (2021) Buffered accelerated weathering of limestone for storing CO₂: Chemical background. International Journal of Greenhouse Gas Control, 112, 103517. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2021.103517>



200 kg/h
pre-commercial plant
in Augusta (Italy)



Evidence on Carbon Dioxide Removal (CDR) abatement costs, 2050 deployment potentials, and key side effects



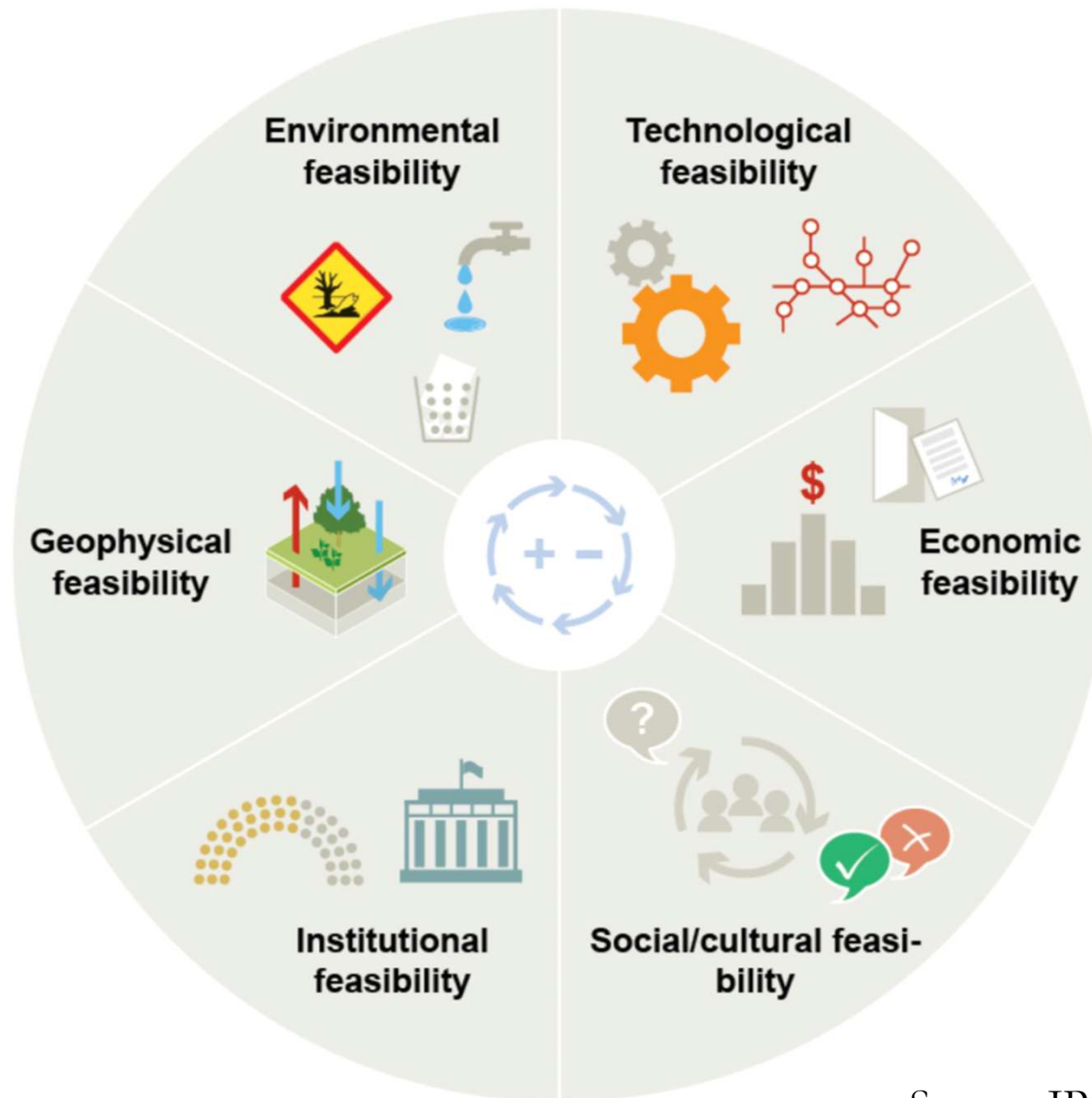
Source: IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C, fig. 4.2

“CDR deployment of several hundreds of GtCO₂ is subject to multiple feasibility and sustainability constraints (high confidence).”

IPCC (2018) SR 1.5 °C, SPM

The feasibility of OAE

The feasibility of each CDR option has several dimensions



A first sound conclusion:

**IT IS REALLY
IMPORTANT TO REDUCE
CO₂ EMISSIONS AND
OTHER GREENHOUSE
GAS EMISSIONS QUICKLY
AND DRASTICALLY**

Per essere sicuri che sia chiaro lo scrivo anche in italiano

**È DAVVERO
IMPORTANTE RIDURRE
IN MODO RAPIDO E
DRASTICO LE EMISSIONI
DI CO₂ E DEGLI ALTRI
GAS SERRA**

Mitigation deterrence: the prospect of reduced or delayed emissions cuts resulting from the introduction or consideration of another climate intervention

- Moral hazard: “lack of incentive to guard against risk where one is protected from its consequences, e.g. by insurance.”
- The dream of costless solution to the climate crisis: a moral hazard with respect to GHG emission reductions.
- CDR as a distraction from strong mitigation

Is mitigation deterrence really real and important?

- Adaptation activities distract from mitigation?
- Municipal waste incinerators distract from waste prevention or separate collection?
- Electric cars distract from sustainable mobility?
- Photovoltaic panels distract from energy savings?
- Morning-after pill distracts from contraceptive use?



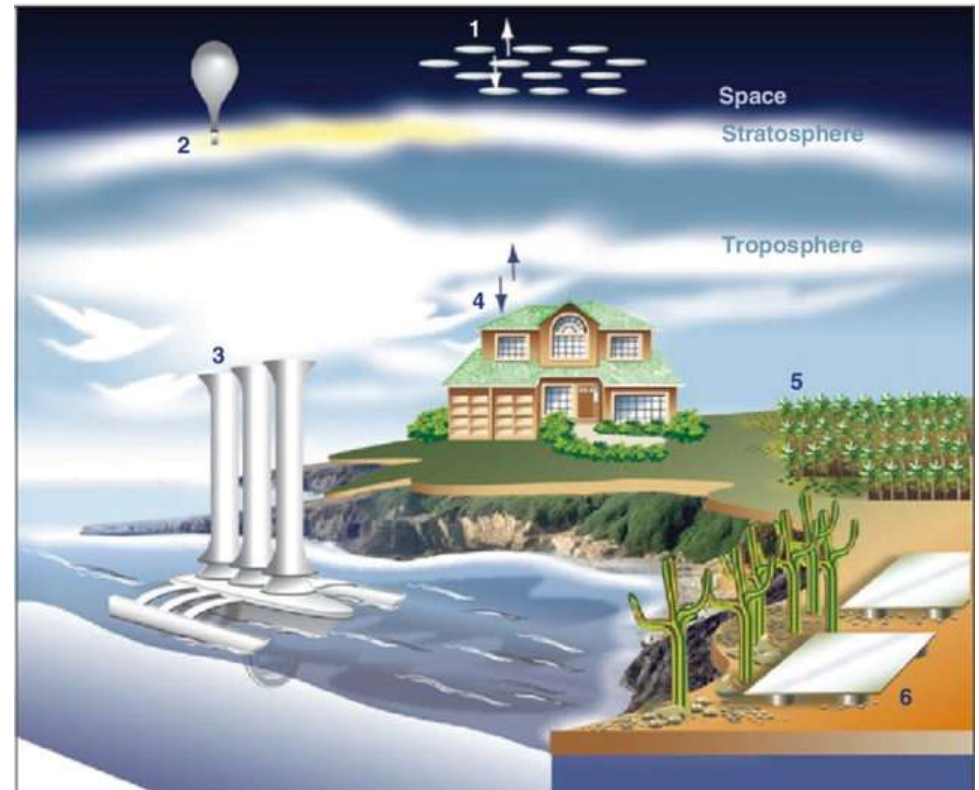
Is CDR “climate geoengineering”?

“This report does not use the term ‘geo-engineering’ because of inconsistencies in the literature, which uses this term to cover SRM, CDR or both, whereas this report explicitly differentiates between CDR and SRM” (IPCC-SR1.5°C, 1.4.1).

SRM

Solar Radiation Modification or Solar Radiation Management

- Stratospheric aerosol injection
- Marine cloud brightening
- Cirrus cloud thinning
- Ground-based albedo modification



Solar radiation modification refers to the intentional modification of the Earth's shortwave radiative budget with the aim of reducing warming.

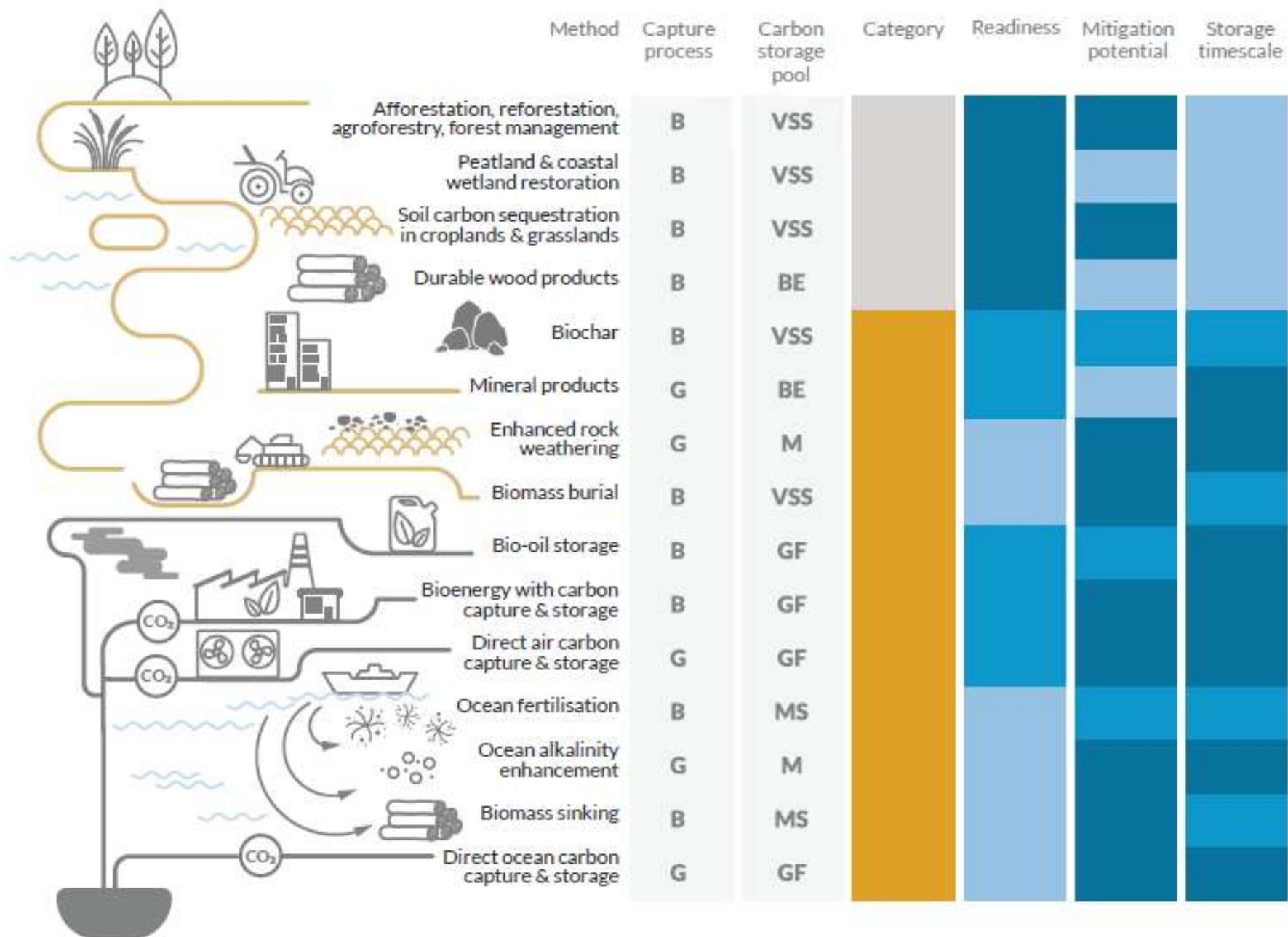
Geoengineering is not a well-defined concept

- geoengineering: something novel, weird, exotic unfamiliar, untested, potentially dangerous;
- is really something «special» what we call geoengineering?

What is climate geoengineering?

- discharging 40 billion tons of CO_2 /year in the atmosphere?
- discharging 100 Mt /year of biochar on the soils?
- discharging 100 Mt/year of nitrogen fertilizers on the soils?
- discharging 100 Mt /year of slaked lime on the oceans?
- the human – caused dissolution of 15 GtCO_2 /year in seawater?
- 1 billion hectares of new forests?

SRM as an extreme form of adaptation...



Legend:

B Biological
G Geochemical

VSS Vegetation, soils and sediments
BE Built environment
GF Geological formations
MS Marine sediments
M Minerals

Conventional
Novel

High
Medium
Low

Large
Moderate
Small

> Ten millennia
Centuries to millennia
Decades to centuries

Source: The State of Carbon Dioxide Removal 2024

Uncertain storage prospects create a conundrum for carbon capture and storage ambitions

Joe Lane ^{1,2,3} , Chris Greig ^{1,3} and Andrew Garnett ⁴

Nature Climate Change, 21/10/ 2021

The feasibility of reaching gigatonne scale CO₂ storage by mid-century

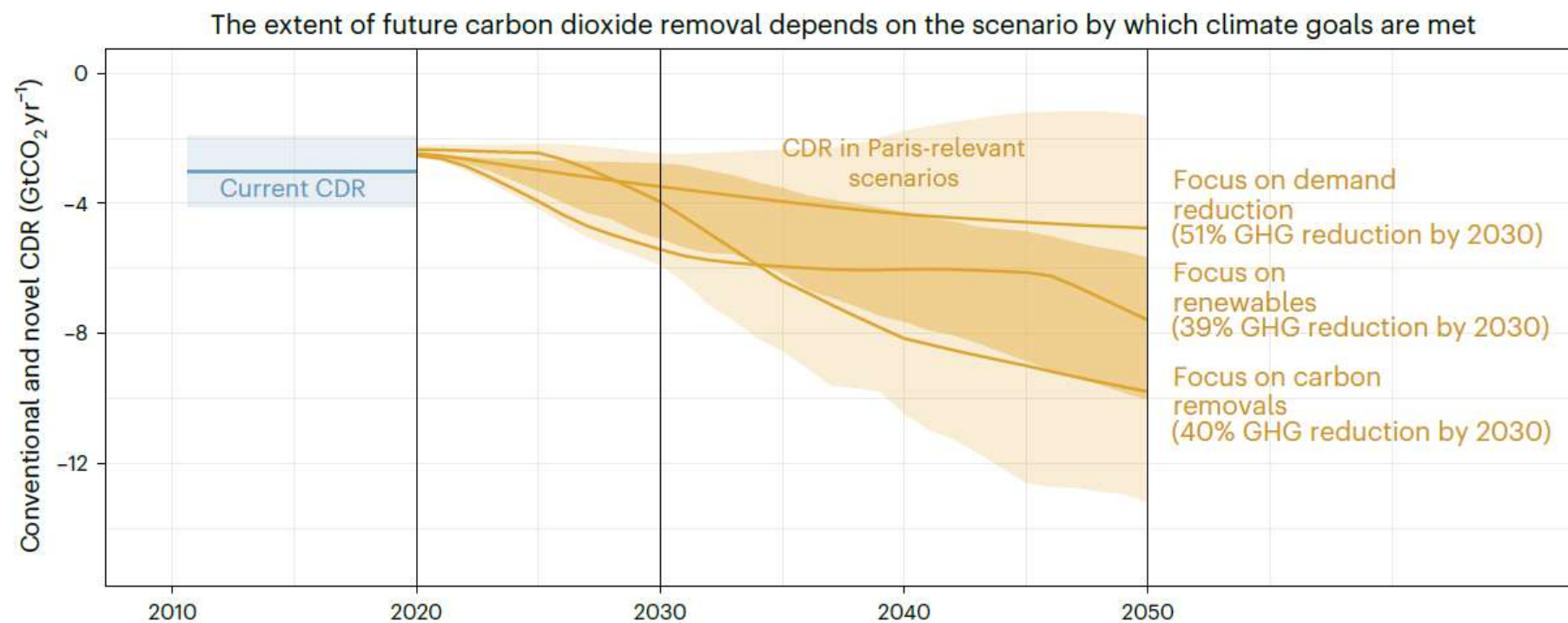
Yuting Zhang¹ , Christopher Jackson¹ & Samuel Krevor ¹

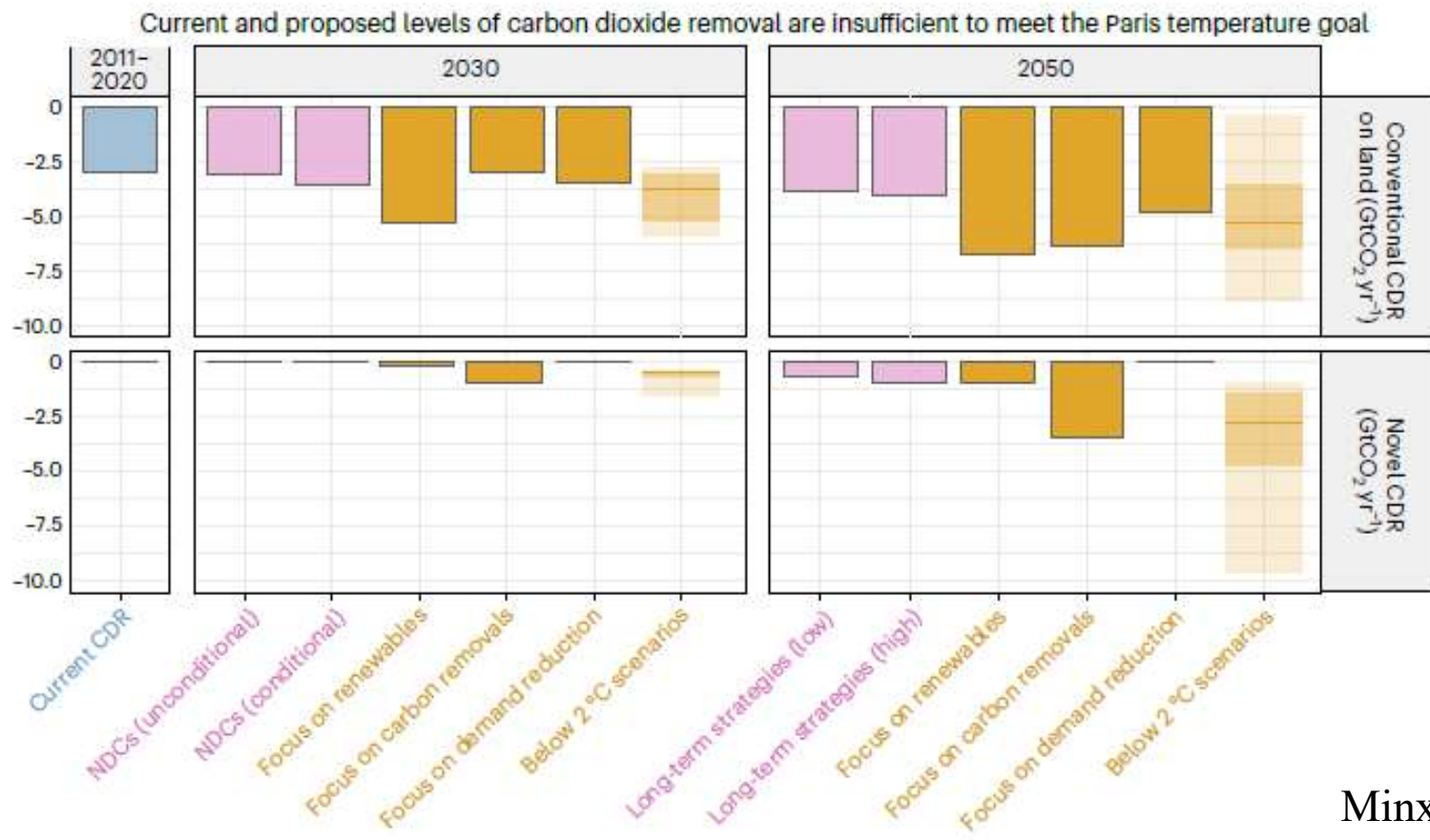
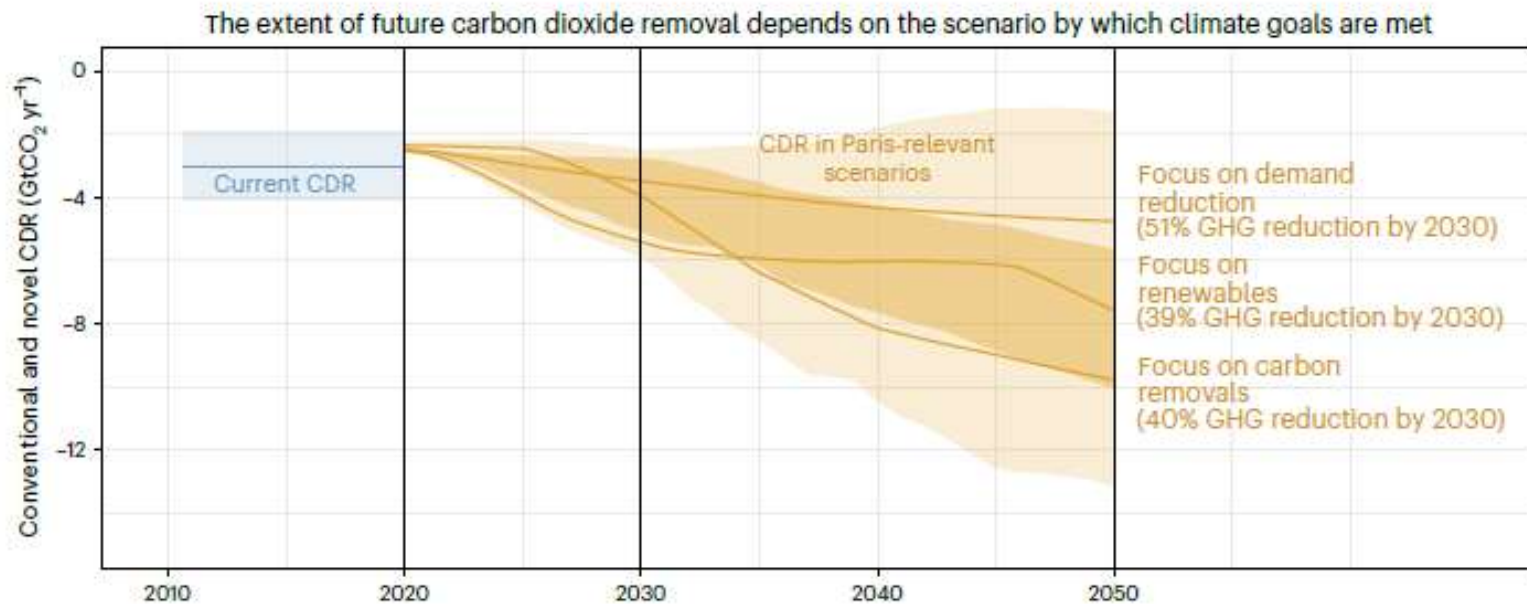
Nature Communication, 28/8/2024

The carbon dioxide removal gap

William F. Lamb^{1,2}✉, Thomas Gasser³, Rosa M. Roman-Cuesta⁴,
Giacomo Grassi⁴, Matthew J. Gidden³, Carter M. Powis⁵, Oliver Geden⁶,
Gregory Nemet⁷, Yoga Pratama³, Keywan Riahi³, Stephen M. Smith⁵,
Jan Steinhauser³, Naomi E. Vaughan^{8,9}, Harry B. Smith^{8,9} &
Jan C. Minx^{1,2}

“we observe that many countries propose to expand land-based removals, but none yet commit to substantively scaling novel methods...”





Crucial role of removal monitoring and verification (MRV) procedures

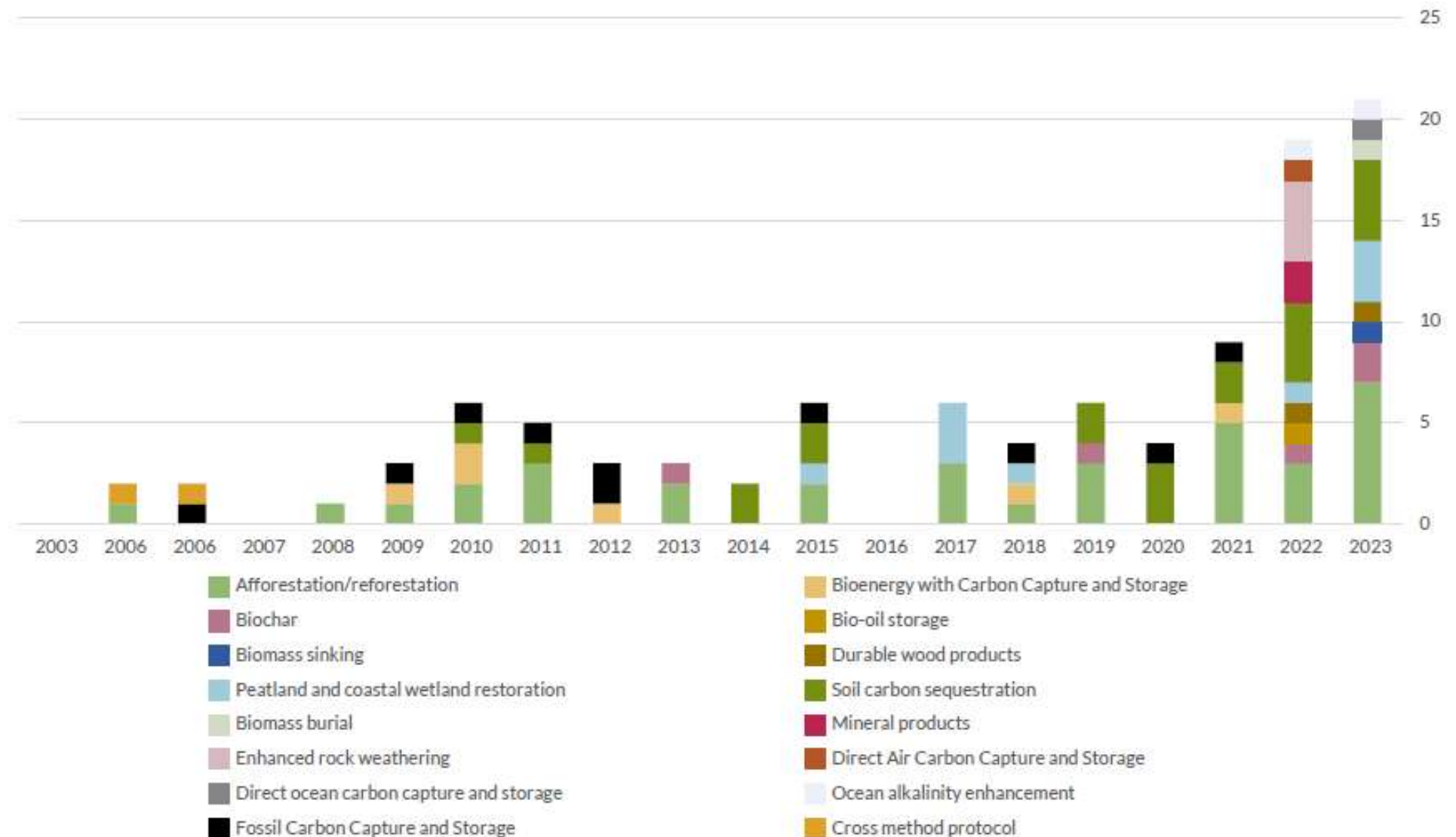


Figure 10.1 Number of monitoring, reporting and verification protocols developed by year and CDR method, 2003–2023. Dates reflect the year of initial release.

Take-home messages

- It is really important to reduce CO₂ emissions and other GHGs...
- We'll need to remove hundreds of Gt of CO₂ from the atmosphere
- A portfolio of options with no single portfolio manager
- All options have obstacles and critical issues, some have important co-benefits
- R&D is growing and will lower costs
- We need separate targets for emission reductions and carbon removal to avoid mitigation deterrence
- Every option should be evaluated in terms of risks, merits and co-benefits (and costs...)
- It's time to stop arguing about what is optimal and instead focus on doing what is good
- It's time to clean up our mess

La rimozione di CO₂ dall'atmosfera: necessità, fattibilità e scenari



UNIVERSITÀ DI PARMA

Stefano Caserini

Esiti COP 29: nodi internazionali per la decarbonizzazione

Roma, dicembre 2024

Federica Fricano

Direttore Affari europei – Lead negotiator Italia



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

COP29: le difficoltà

Un contesto internazionale complesso:

- perdurare di un contesto geopolitico internazionale complesso – perdurare del conflitto Russo-Ucraino – crisi in medio oriente;
- Lo spettro dell'uscita degli Stati Uniti dall'Accordo: il peso che avrà nei prossimi 4 anni sulla finanza per il clima e sullo sviluppo di tecnologie pulite in contrapposizione a fonti fossili,
- tema centrale la finanza per il clima, tradizionalmente divisivo;
- un clima sulla discussione su «mitigazione» difficile e condizionato, da parte dei paesi in via di sviluppo, alla messa a disposizione dei finanziamenti e del loro livello, con effetti diretti su **come e dove** debbano essere discussi gli esiti del GST;

Una COP difficile:

- Aspettative sulla finanza pubblica al di fuori della portata generale;
- una Presidenza COP 29 debole, senza priorità, che non ha assunto un ruolo di Leadership ma al contrario si è lasciata dominare da interessi di parte – il ruolo difficile dell'Arabia Saudita;
- Il contrasto di talune delegazioni a qualsiasi conversazione che ribadisca gli impegni presi a Dubai, già sperimentato nel contesto G20;
- L'India, non particolarmente attiva nel negoziato, che da ultimo chiaramente disconosce l'adozione del pacchetto;

La delusione e la frustrazione del gruppo dei Paesi meno sviluppati (LDCs e SIDs); 2

COP29: I temi

Le decisioni adottate alla COP:

- **nuovo obiettivo finanziario quantificato collettivo** (NCQG – *New Collective Quantified Goal*);
- la definizione delle regole per l'applicazione del **mercato del carbonio** (articolo 6 dell'Accordo di Parigi);
- **Set di indicatori** per la definizione dell'obiettivo globale per l'adattamento (GGA – *Global Goal on Adaptation*)- come «misurare» le necessità di adattamento;
- Programma di lavoro sulla **mitigazione: solo una decisione procedurale**

Cosa manca per la decarbonizzazione – mitigazione/seguiti del GST

- Rendere operativo «**EAU dialogue**» previsto dalla COP 28 - uno spazio per discutere come dare seguito agli esiti del *global stocktake*;
- ribadire l'impegno preso a Dubai di dare seguito agli elementi evidenziati nella decisione del GST, con particolare riferimento al famoso paragrafo 28 (decarbonizzazione)

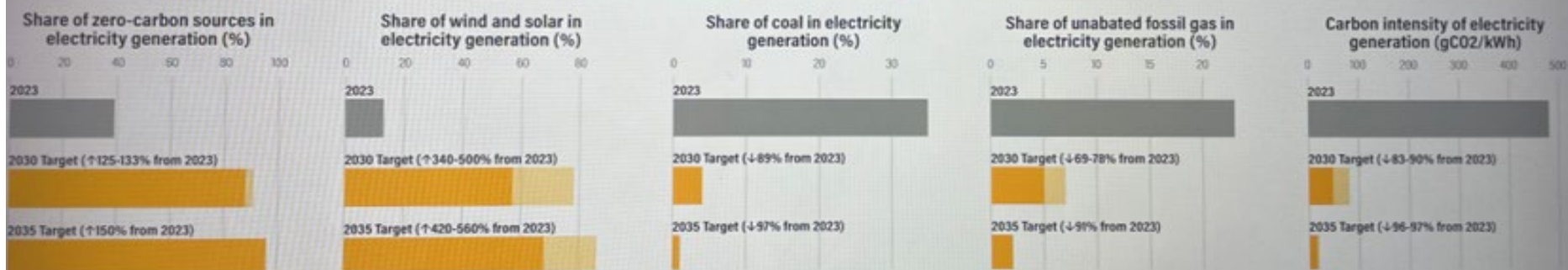
Perché era importante ribadire gli esiti di Dubai e creare uno spazio di confronto:

- entro febbraio 2025 i Paesi dovranno presentare l'aggiornamento degli impegni determinati a livello nazionale (NDC – *Nationally Determined Contribution*), dove dovrebbero riflettere, se pur in maniera «determinata a livello nazionale, gli esiti del GST.

1,5 – cosa dovrebbero contenere i prossimi NDC: due esempi

Transformational changes needed across the power sector to stay below 1.5°C

■ Most recent historical data ■ Lower range of target ■ Upper range of target

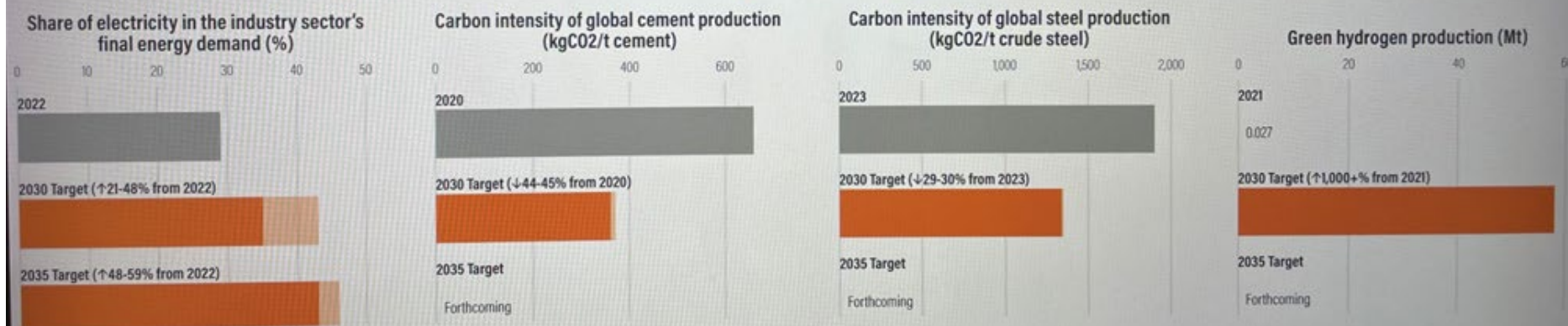


Source: Targets from Schurer et al. 2024; historical data from Boehm et al. 2023, with updates to more recent data from the same providers where available.



Transformational changes needed across the industry sector to stay below 1.5°C

■ Most recent historical data ■ Lower range of target ■ Upper range of target



Source: Targets from Schurer et al. 2024; historical data from Boehm et al. 2023, with updates to more recent data from the same providers where available.



I nodi

Un livello di impegno negli NDC che per rimanere nell'1,5 C, che travalica necessariamente il livello di **finanza pubblica disponibile**, e quindi;

- aumentare gli investimenti per azione climatica, soprattutto i flussi sud;
- passare dai *billions* ai *trillions*
- Ruolo delle economie emergenti cruciale come driver per le tecnologie verdi (Cina/US ?)

Come:

- trasformare TUTTI i flussi finanziari, domestici e internazionali;
- abbattere le barriere agli investimenti: politiche, tecniche, regolatorie, fiscali e finanziarie; (G20 – country platform - **Baku Belem Roadmap** ?);
- incentivare approcci cooperativi (contributo articolo 6 ?);
- Energy partnerships (Global Energy transition forum – tangible projects – key enablers)

Inoltre:

- accompagnare la transizione sociale (*just transition* WP)
- definire chiaramente le priorità e i percorsi per la certezza degli investimenti

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA



Global futures: what does net-zero take?

Massimo Tavoni

Politecnico di Milano and CMCC



Photographer: Krisztian Bocsi/Blo

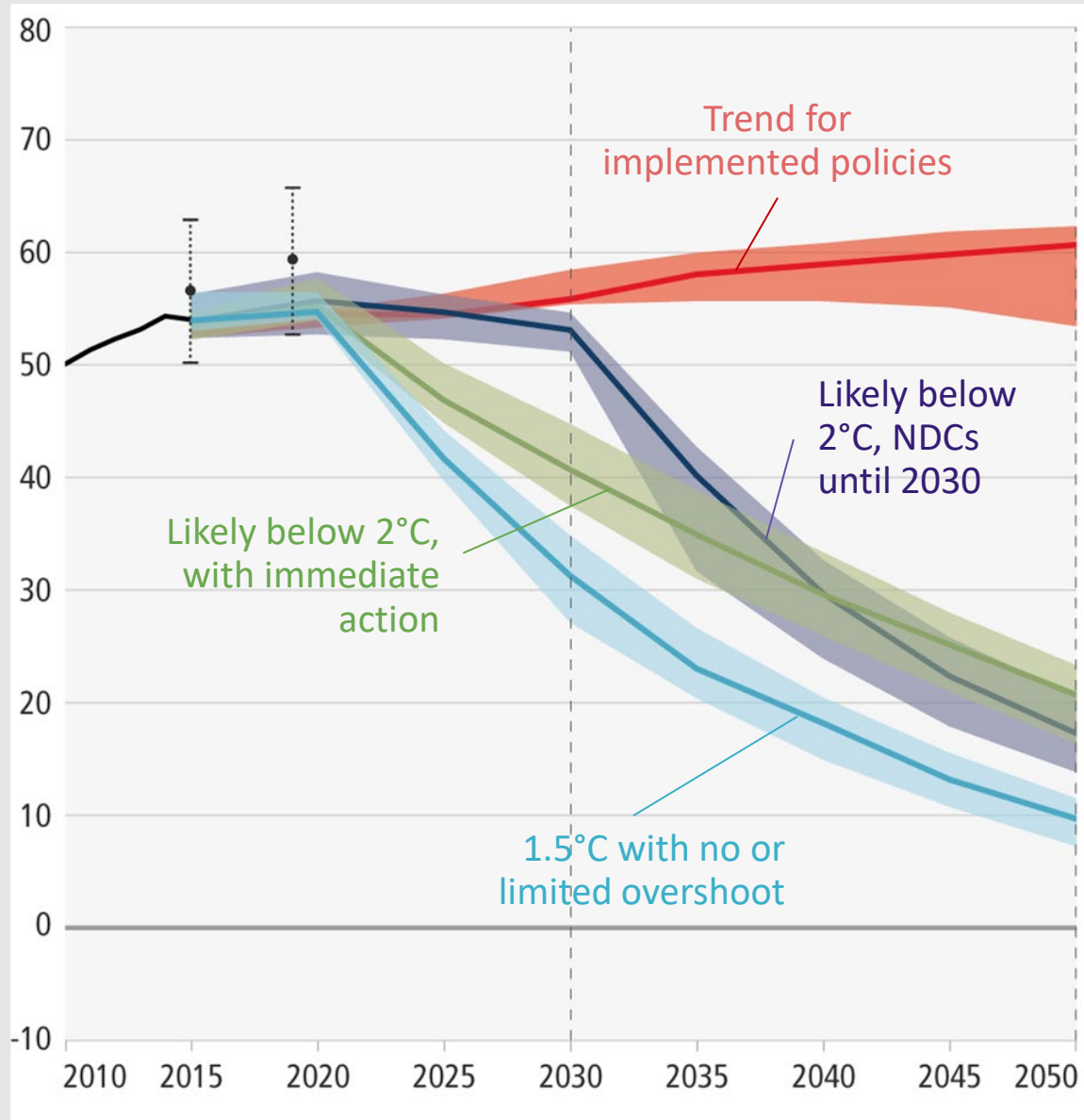
Energy & Science

The World Is Moving Toward Net Zero Because of a Single Sentence

Like most of the Intergovernmental Panel on Climate Change's 2018 report, it's clunky and full of jargon, but it's also one of the most influential ever written.

C. Emission Pathways and System Transitions Consistent with 1.5°C Global Warming

- C.1 In model pathways with no or limited overshoot of 1.5°C, global net anthropogenic CO₂ emissions decline by about 45% from 2010 levels by 2030 (40–60% interquartile range), reaching net zero around 2050 (2045–2055 interquartile range). For limiting global warming to below 2°C¹¹ CO₂ emissions are projected to decline by about 25% by 2030 in most pathways (10–30% interquartile range) and reach net zero around 2070 (2065–2080 interquartile range). Non-CO₂ emissions in pathways that limit global warming to 1.5°C show deep reductions that are similar to those in pathways limiting warming to 2°C. (*high confidence*) (Figure SPM.3a) {2.1, 2.3, Table 2.4}



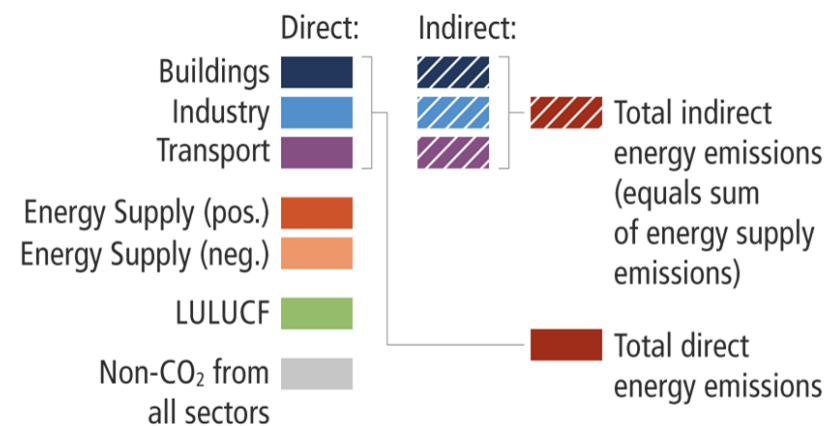
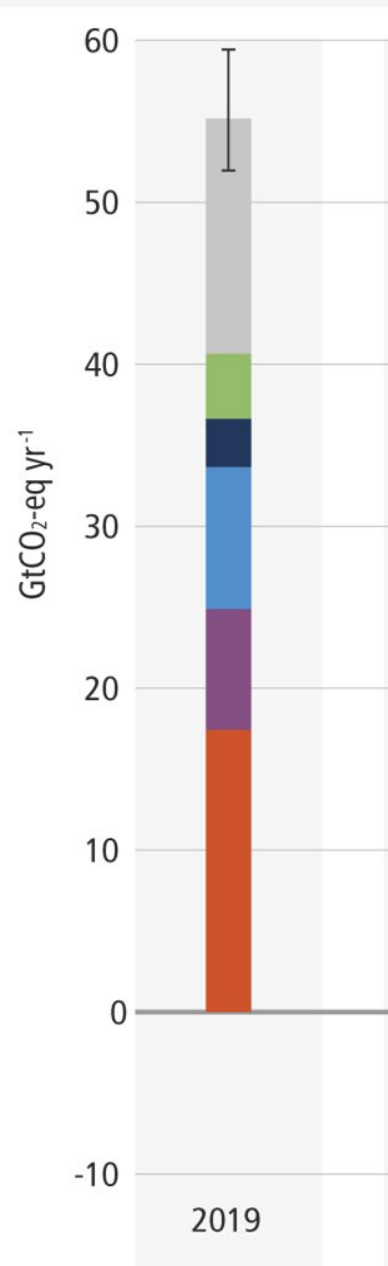
Limiting warming to 1.5 °C

- Global GHG emissions peak before 2025, reduced by **43% by 2030**.
- Methane reduced by 34% by 2030

Limiting warming to around 2°C

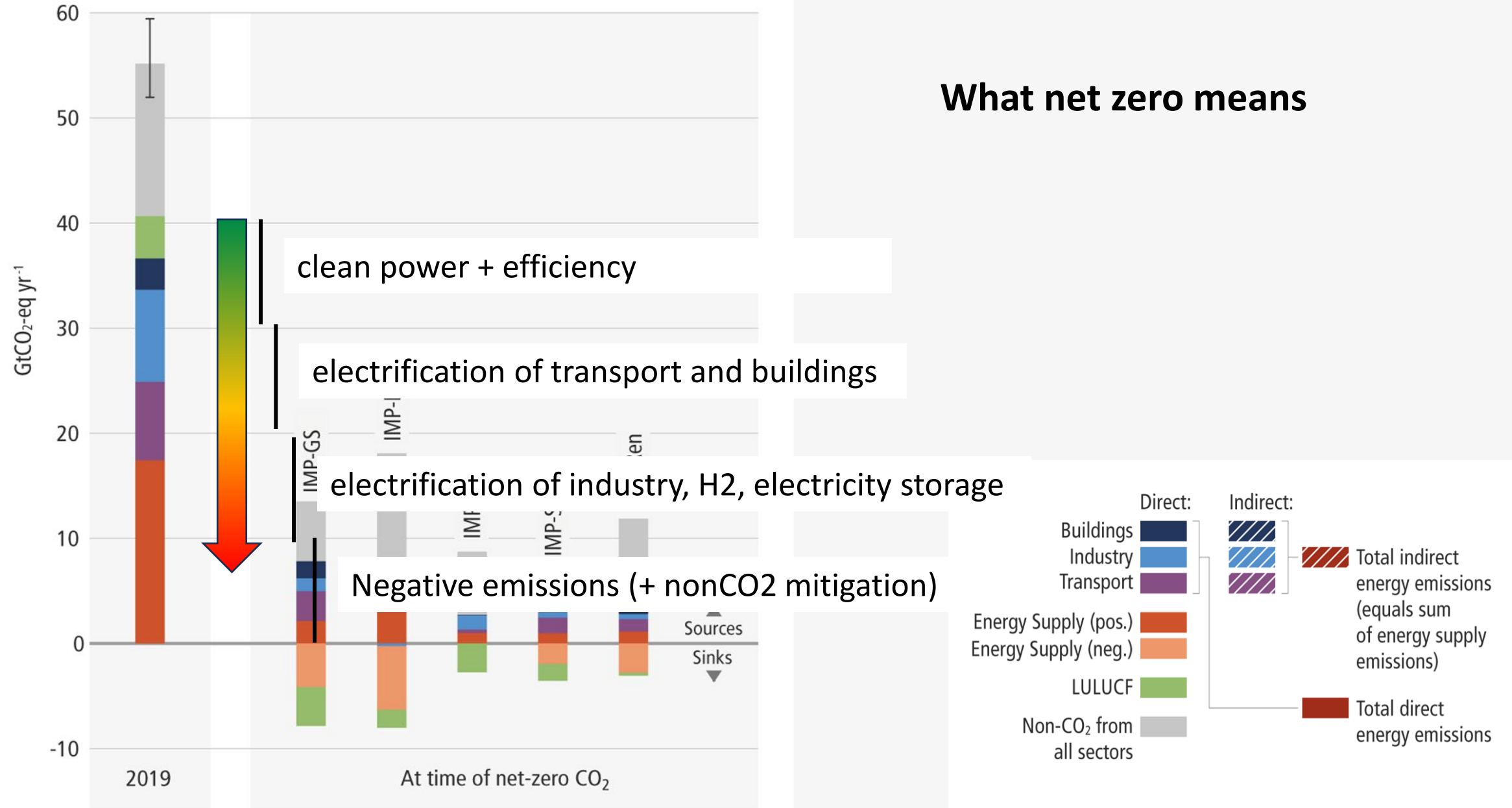
- Global GHG emissions peak before 2025, reduced by 27% by 2030.

The road to net zero

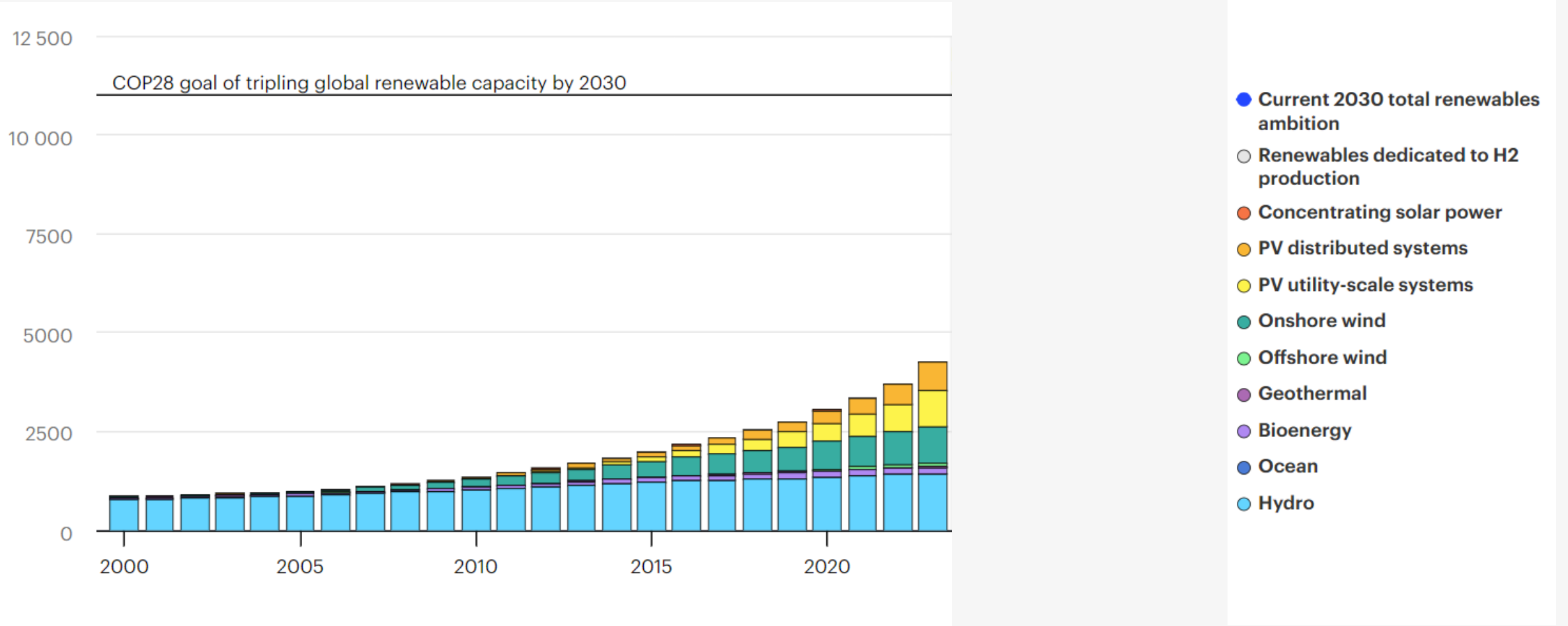


e. Sectoral GHG emissions at the time of net-zero CO₂ emissions (compared to modelled 2019 emissions)

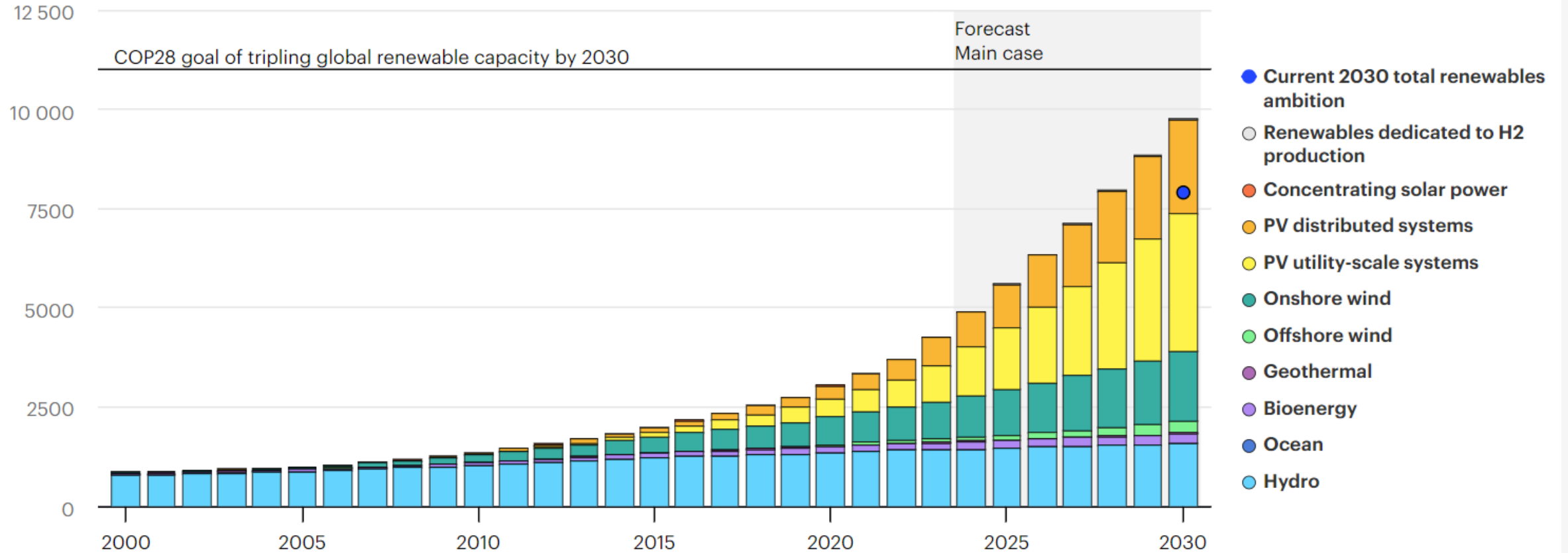
What net zero means



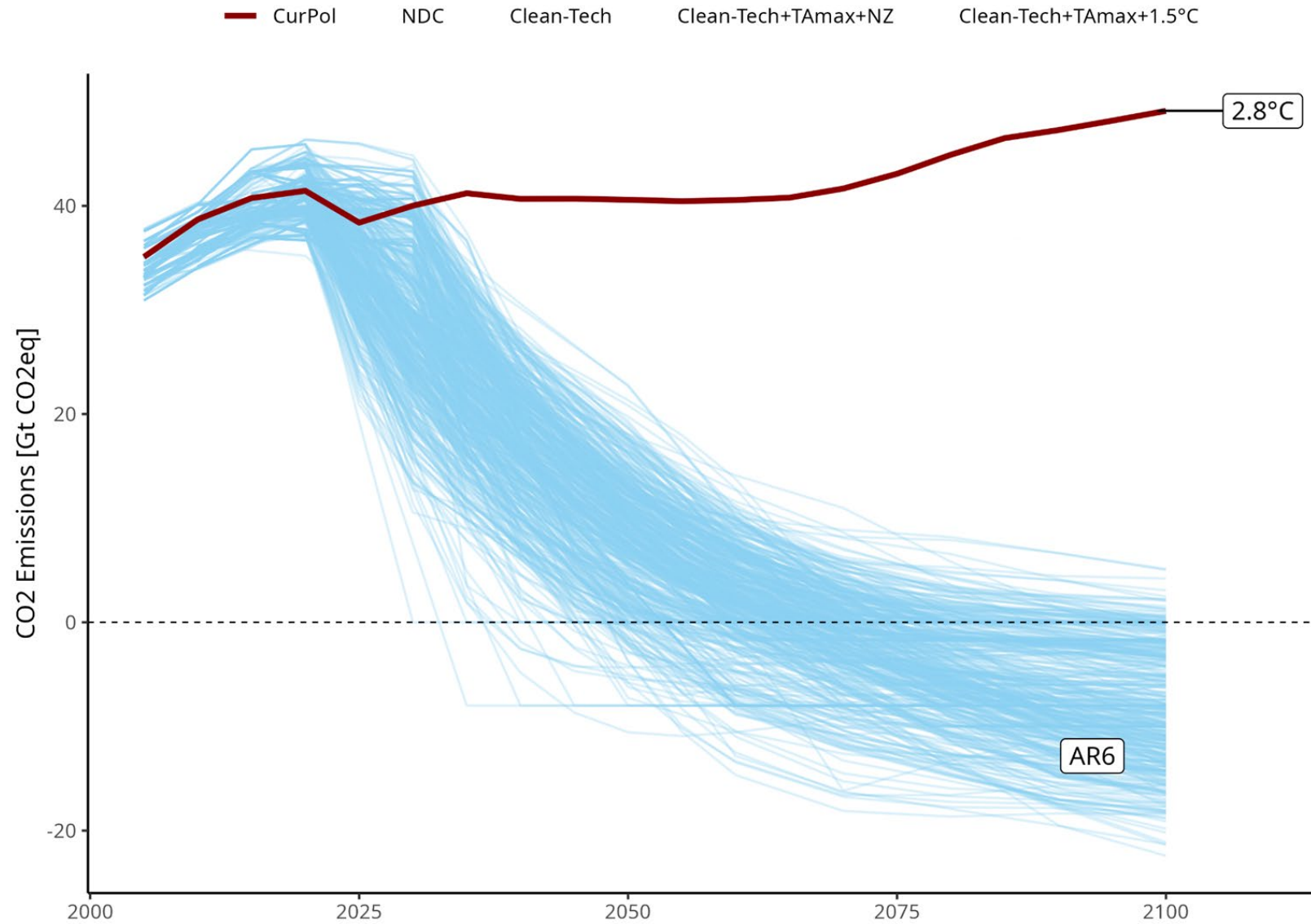
Are we on track?



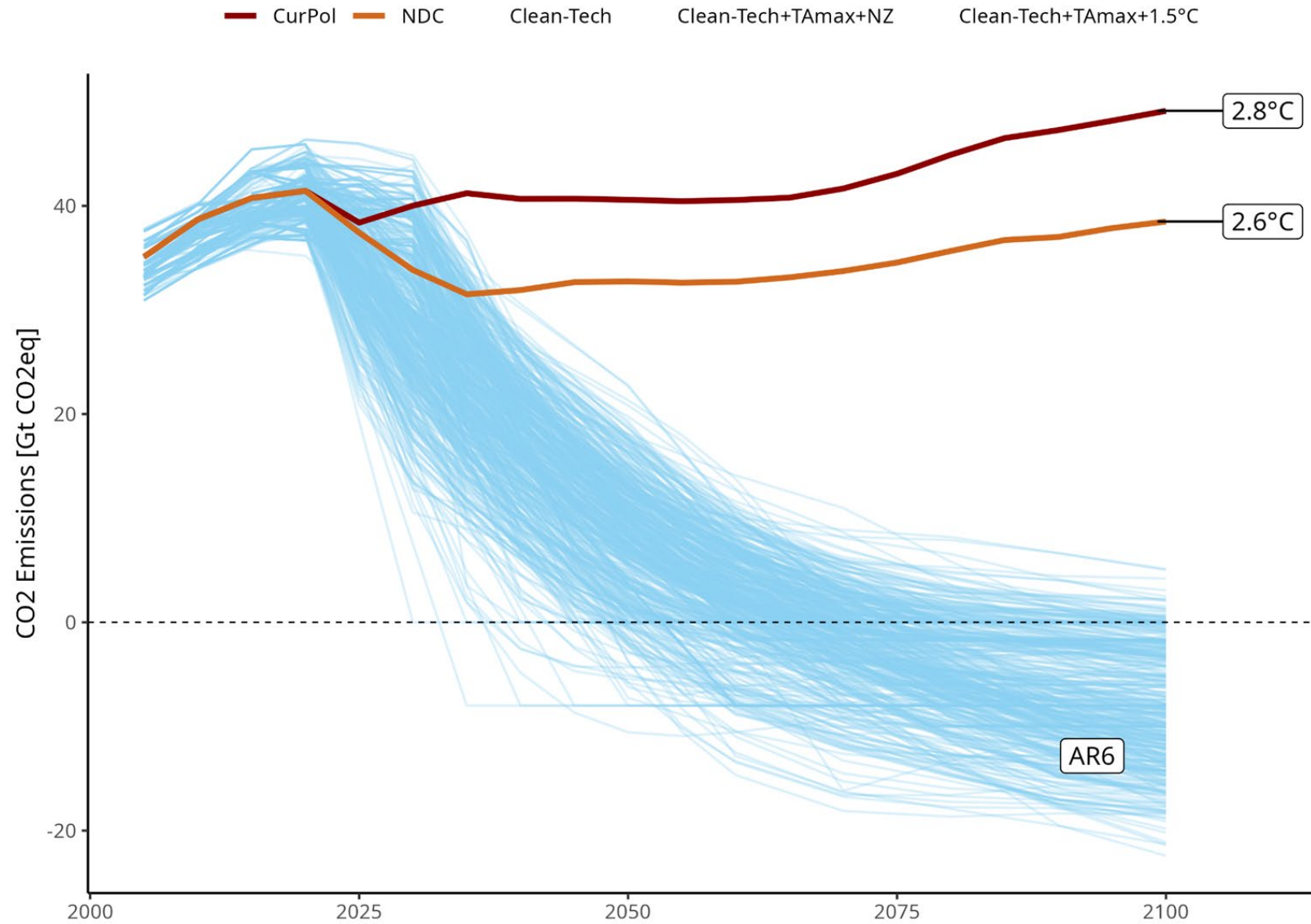
Are we on track?



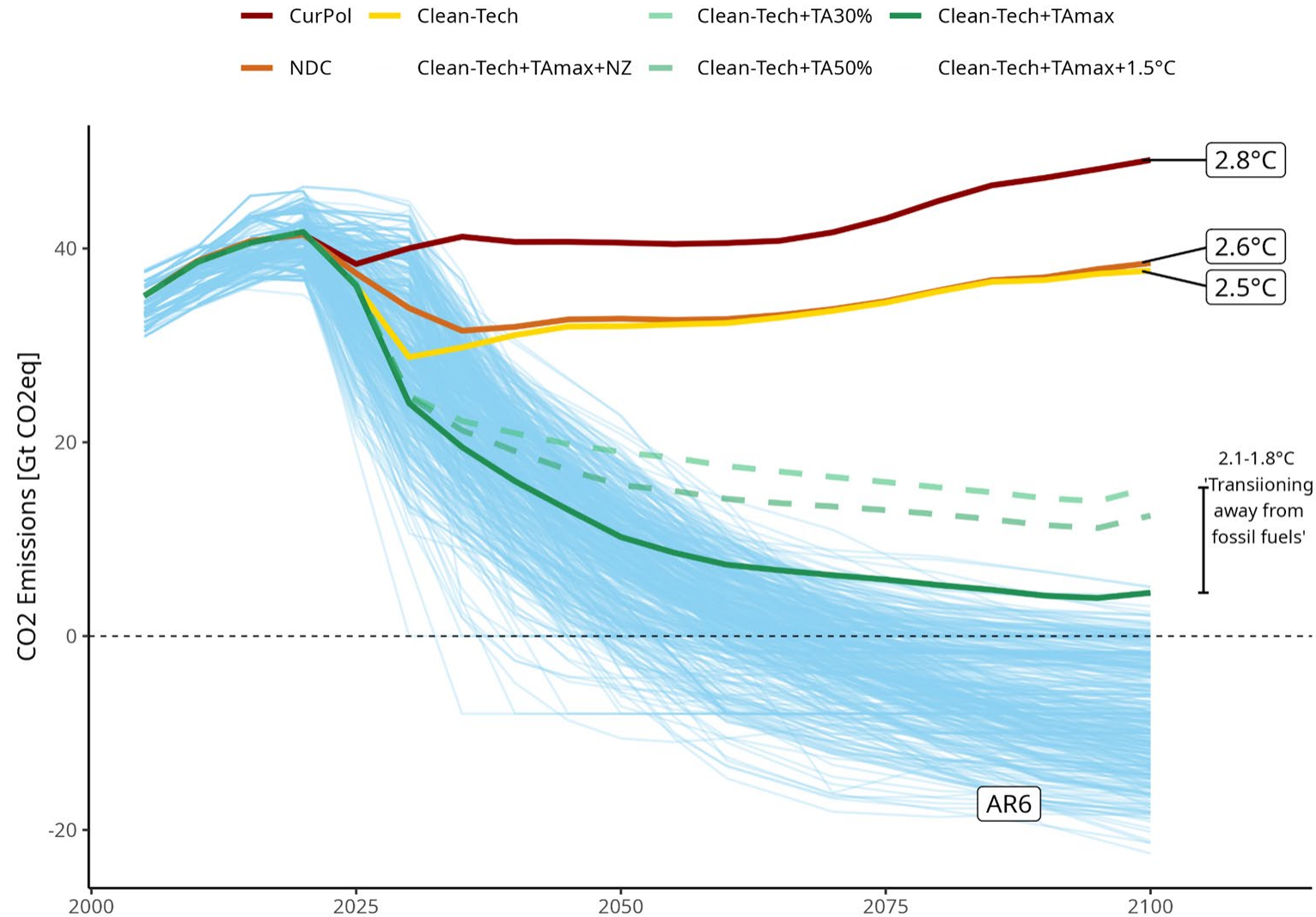
Is tripling renewables (COP28) enough?



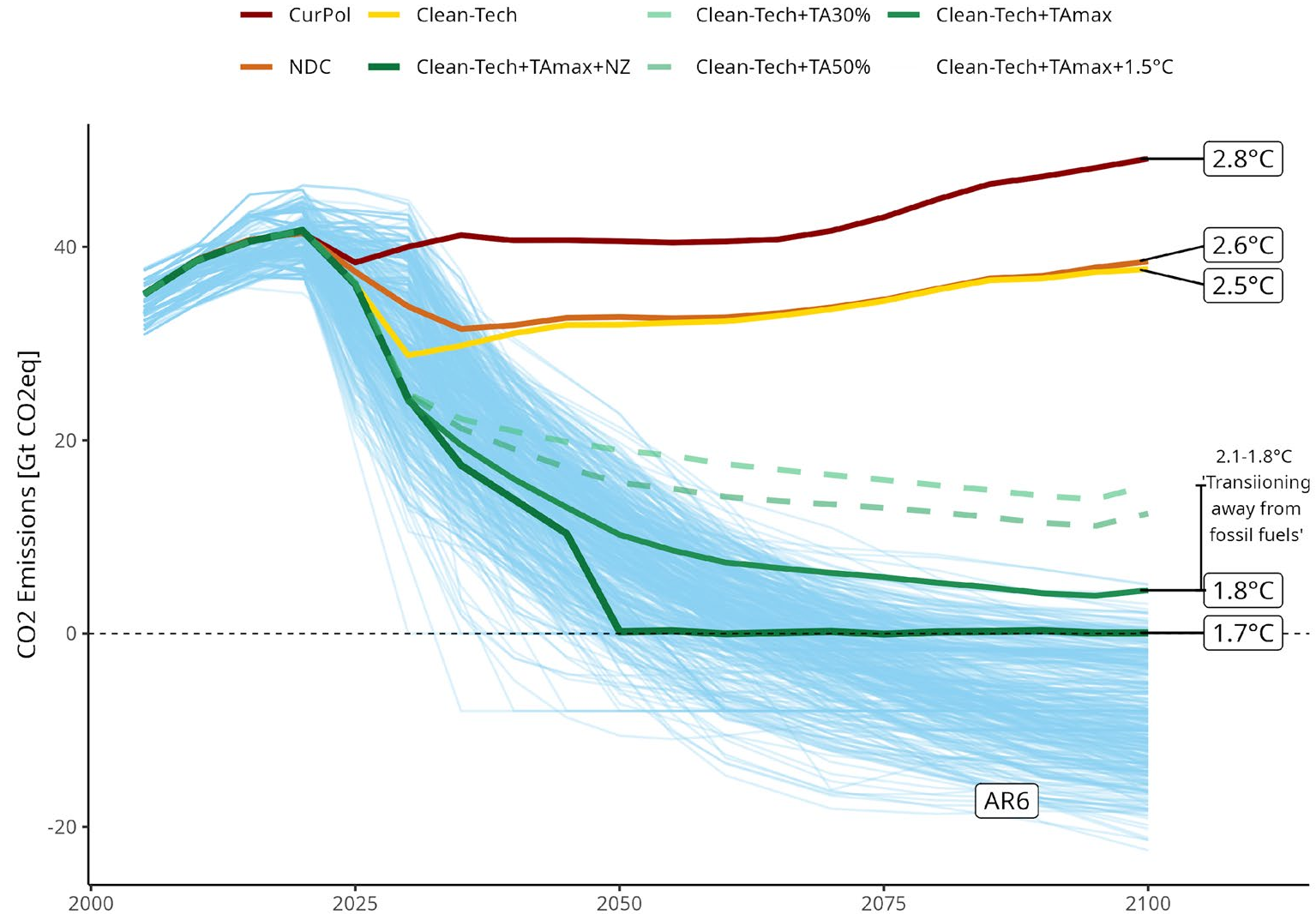
Is tripling renewables (COP28) enough?



What do we need? Transitioning away from FF



Results: Global GHG Emissions



Closing investment gaps

- financial flows: **3-6x lower** than levels needed **by 2030**
- there is **sufficient global capital** and liquidity to close investment gaps
- challenge of closing gaps is widest for developing countries -> **cost of capital**

nature energy



Article

<https://doi.org/10.1038/s41560-024-01606-7>

Reducing the cost of capital to finance the energy transition in developing countries

Received: 16 May 2023

Accepted: 15 July 2024

Published online: 27 September 2024

Check for updates

M. Calcaterra^{1,2,3}✉, L. Aleluia Reis^{2,3}, P. Fragkos⁴, T. Briera⁵,
H. S. de Boer⁶, F. Egli^{7,8}, J. Emmerling^{2,3}, G. Iyer⁹, S. Mittal^{10,11},
F. H. J. Polzin¹², M. W. J. L. Sanders¹³, T. S. Schmidt^{8,14}, A. Serebriakova¹³,
B. Steffen¹⁵, D. J. van de Ven¹⁶, D. P. van Vuuren^{6,17}, P. Waidelich¹⁵ &
M. Tavoni^{1,2,3}

Take aways

- Temperature will keep growing (growing!) till we get to net-zero carbon.
- We already have the technology for doing 80% of the climate transition job (which takes decades)
- Green technology is now economically competitive and growing fast
- Fossil fuel phaseout remains the biggest challenge (political economy)
- Remember climate change creates enormous social, economic and ecosystem damages already today



“Scenari emissivi per l’Italia. Quanto siamo lontani dagli obiettivi di riduzione delle emissioni.”

Emanuele Peschi, Alessandra Bellucci, Angela Fiore, Antonio Caputo, Barbara Gonella, Eleonora Di Cristofaro, Ernesto Taurino, Federica Moricci, Guido Pellis, Marina Colaiezzi, Marina Vitullo, Monica Pantaleoni

«Scenari climatici tra decarbonizzazione spinta e punti di non ritorno»

Politecnico di Milano, 2 dicembre 2024

Framework Overview

Regulation (EU) 2021/1119 (EU climate law)

Art.4:

In order to achieve the objective of **climate neutrality [by 2050]**...the Union's binding climate target for 2030 is a **net domestic reduction** in greenhouse gas emissions ... of at least **55% compared to 1990 levels by 2030**.

Net -55% by
2030

Net ZERO by
2050

Framework Overview

Emission Trading System (ETS-1)

Emissions from large plants (including aviation and maritime sectors), regulated by CO₂ quota trading.

EU target of -62% by 2030 compared to 2005 and no Country specific targets

Effort Sharing Regulation (ESR)

Emissions from transport, non-ETS combustion plants (<20MW), non-energy industrial processes, F-gases, agriculture, waste.

EU target of -40% by 2030 compared to 2005 and Country specific targets (for Italy: -43.7%).

Annual maximum emission limits set for each country for each year in the period 2013–2030 (Annual Emission Allocation, AEA).

LULUCF (Land Use, Land Use Change, and Forestry)

EU target of -310 MtCO₂eq by 2030, and Country specific minimum absorption levels (for Italy, approximately -35 MtCO₂eq).

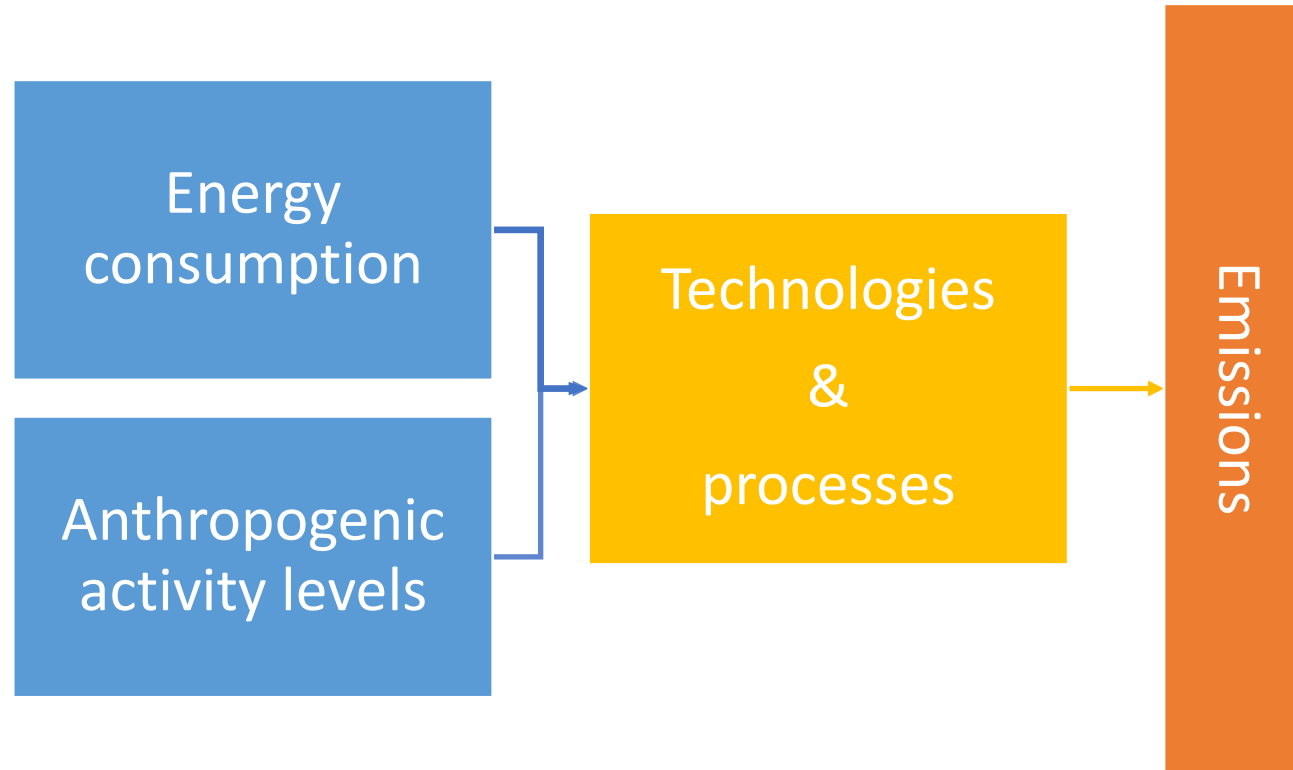
The role of ISPRA

- **National System for the Inventory of Greenhouse Gas Emissions:** Legislative Decree No. 47/2020, along with the earlier Legislative Decrees No. 30/2013 and No. 51/2008, assigns ISPRA the responsibility for developing the inventory of emissions.
- **National System for Policies, Measures, and Projections of Greenhouse Gases:** Law No. 79/2016, which ratifies the Doha Amendment to the Kyoto Protocol. Article 1 of the implementing decree of Law No. 79/2016 lists the information and data that the relevant Ministries must send to MASE and ISPRA, as well as the timelines for providing this information.

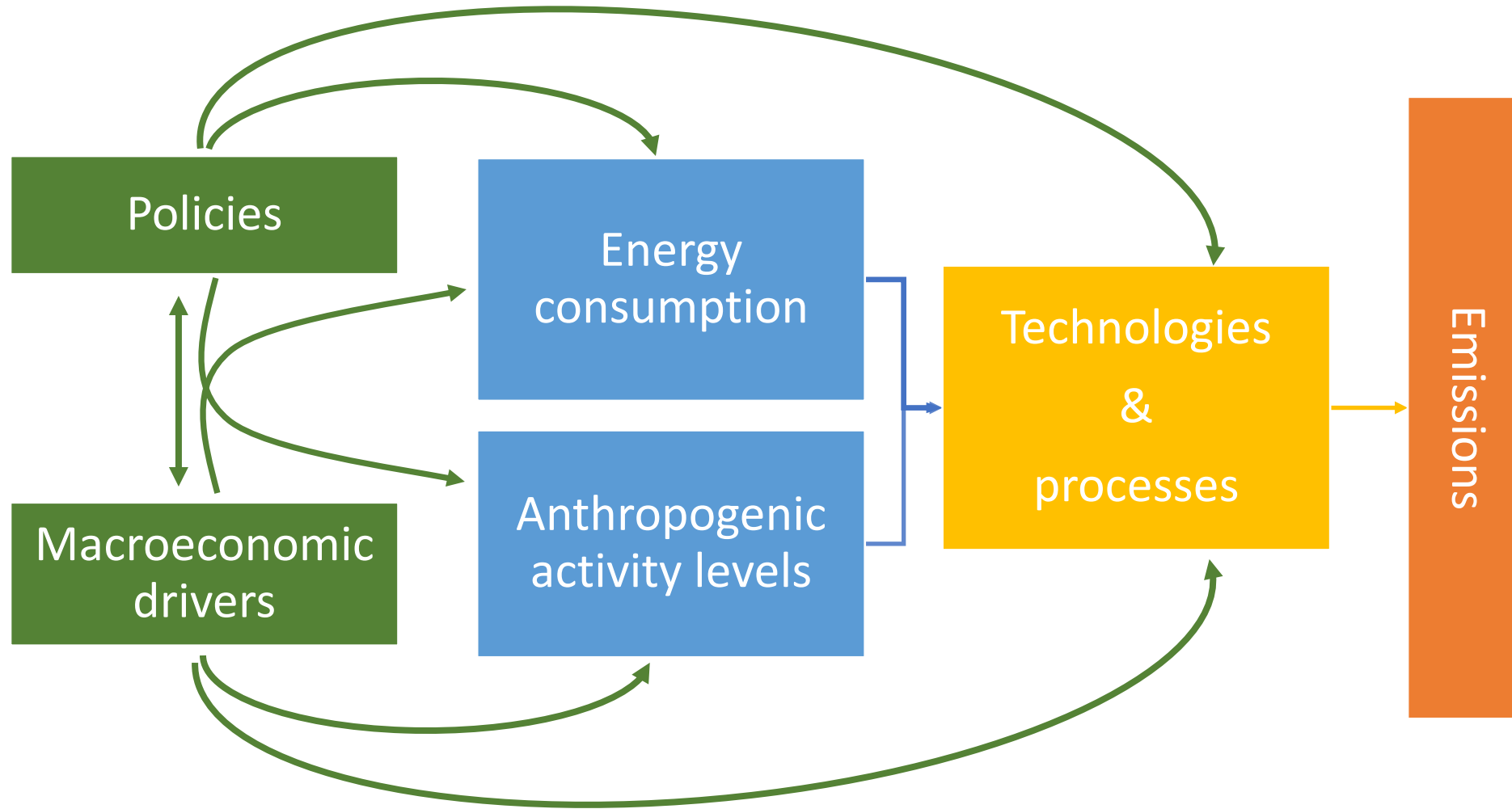
Goals:

- Evaluation of implemented and planned policies at national level
- Monitoring of GHG emission trends (1990 – 2050)
- Strengthening the flow of statistical data for better planning and **transparency**

The Italian National Systems for inventories

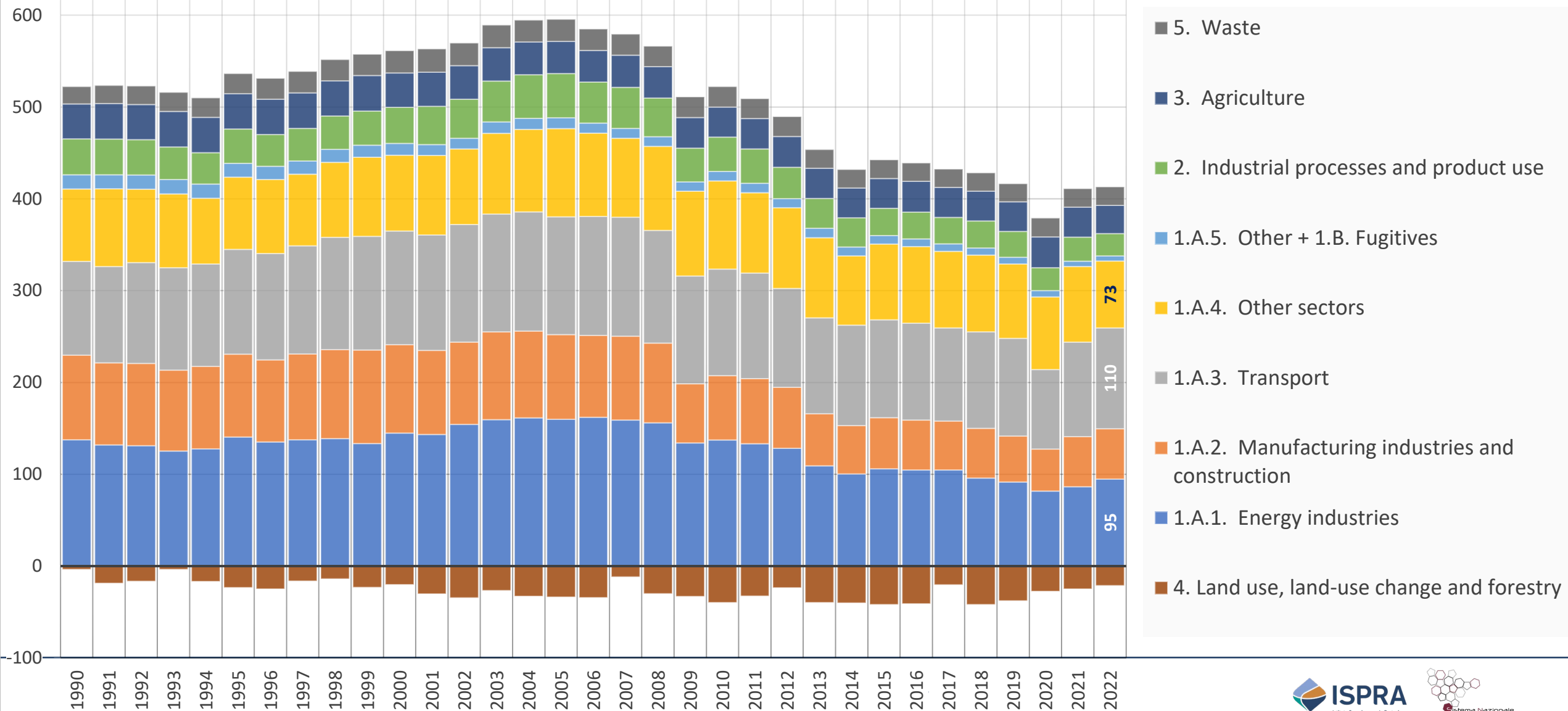


The Italian National Systems for inventories & projections

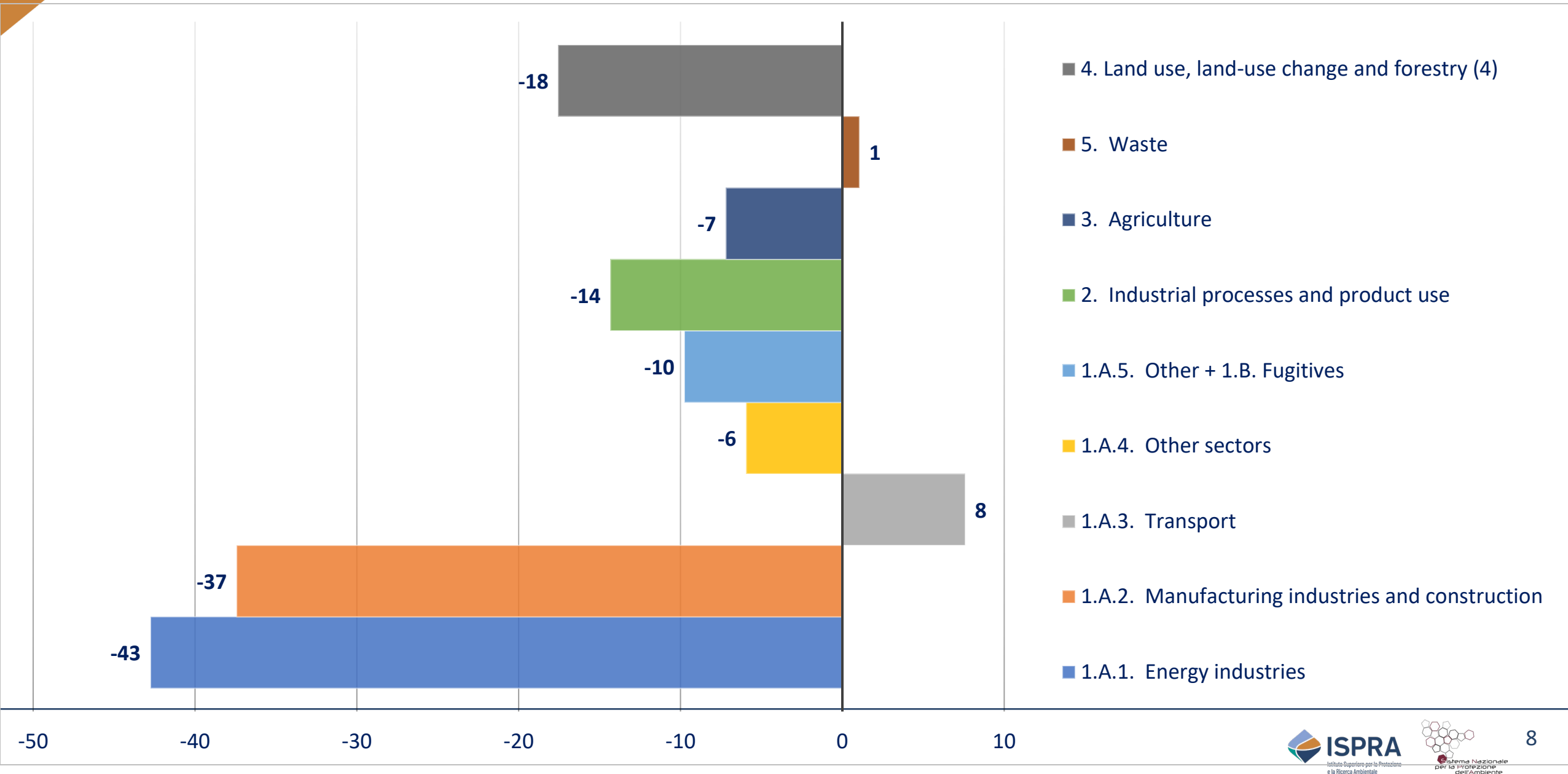


GHG emissions IT (MtCO₂eq)

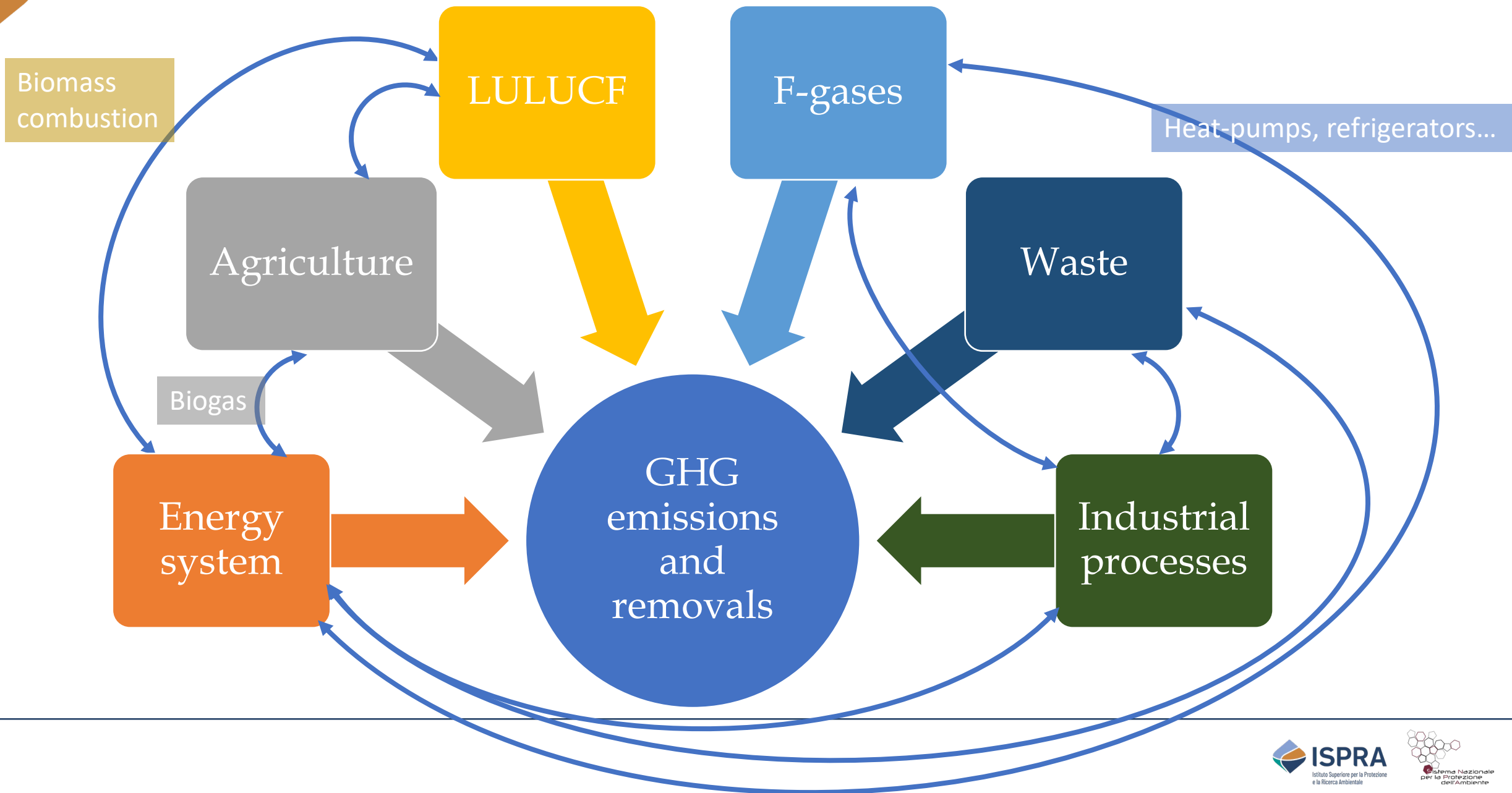
700



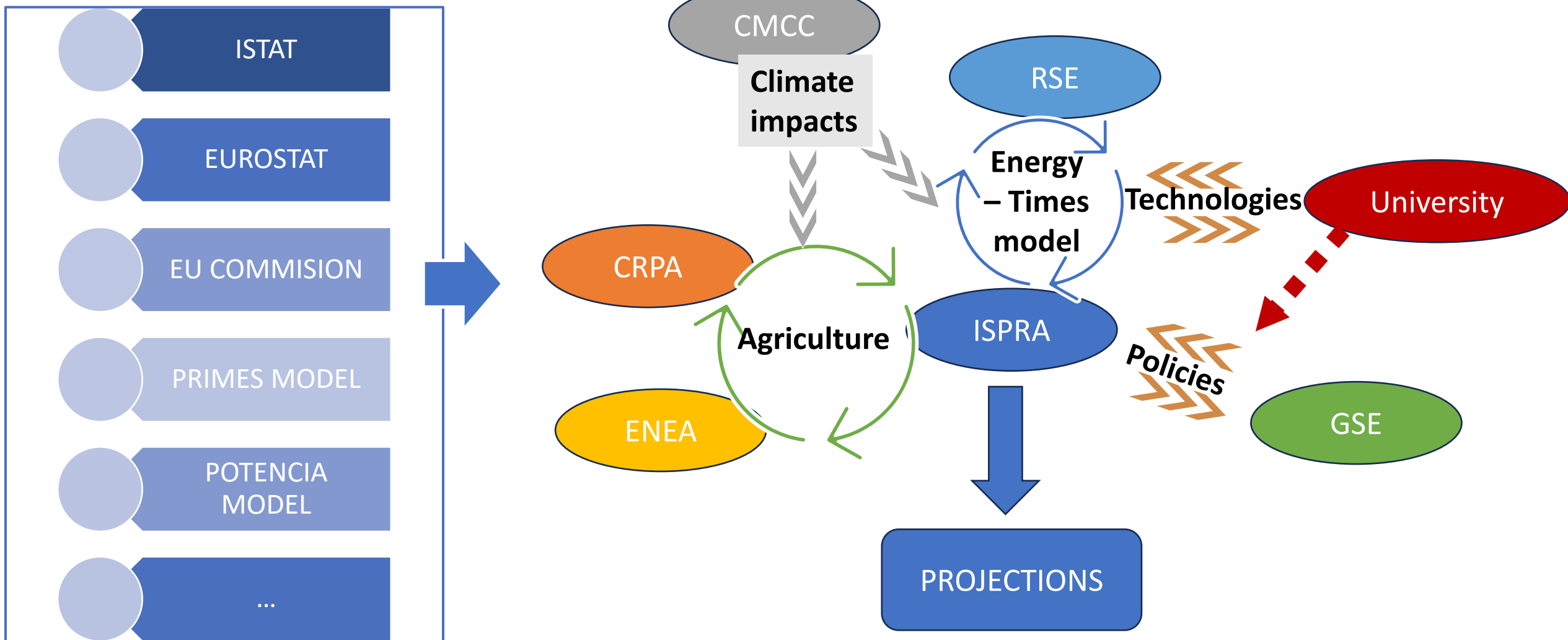
GHG emission change in Italy 1990-2022: -126 MtCO₂eq, -24% net



ISPRA modelling system



We don't like to play alone....



With measures (WM) and With additional measures (WAM)



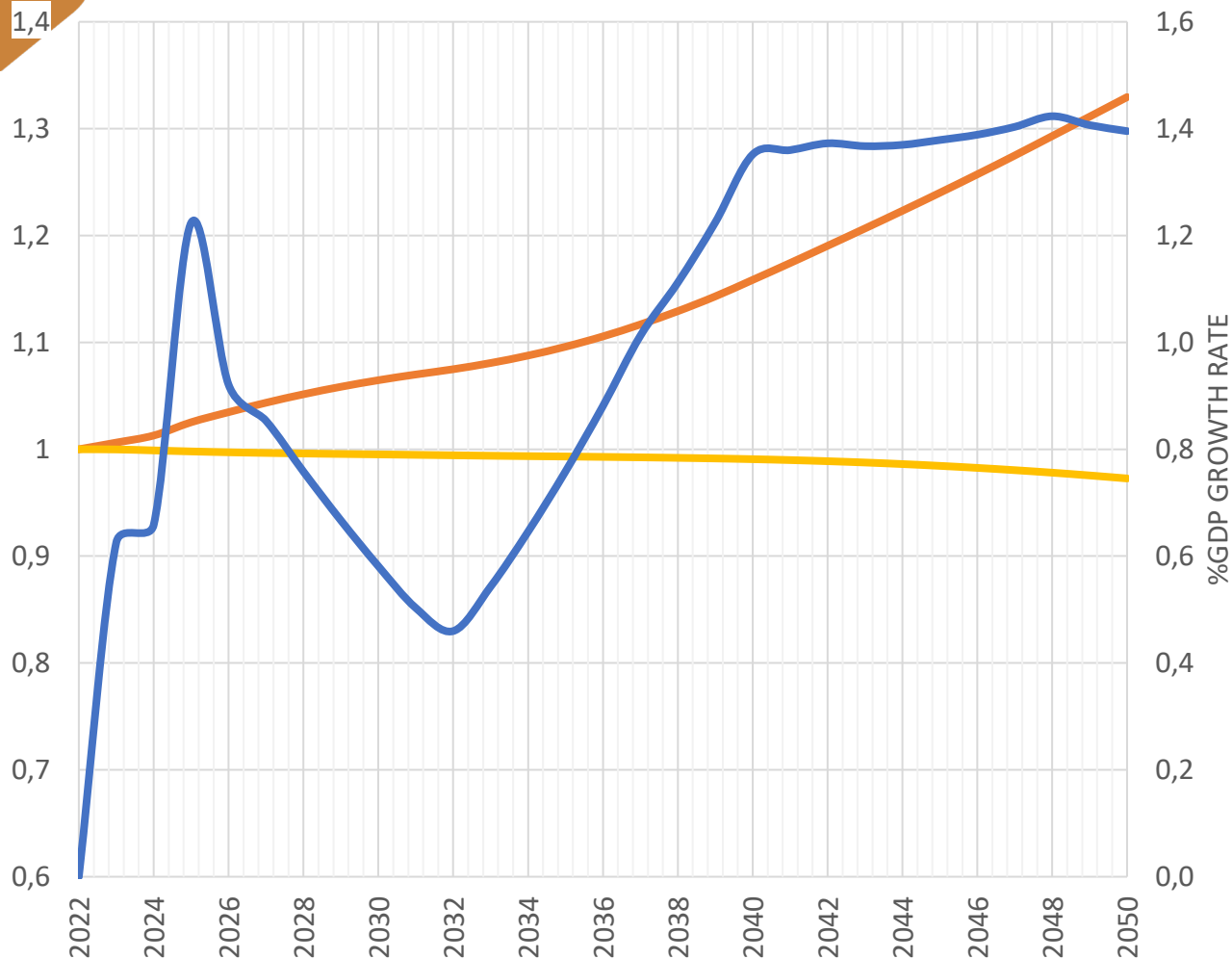
projections scenario 'with measures' (**WM**) or 'with existing measures' (WEM) means projections of emissions by sources that encompass the **effects of currently implemented or adopted policies and measures**



projections scenario 'with additional measures' (**WAM**) means projections of emissions by sources that encompass the effects of policies and measures which have been adopted and implemented, as well as **planned policies that are judged to have a realistic chance to be adopted and implemented in the future**

Main drivers – GDP, POP, PRICES

1,4

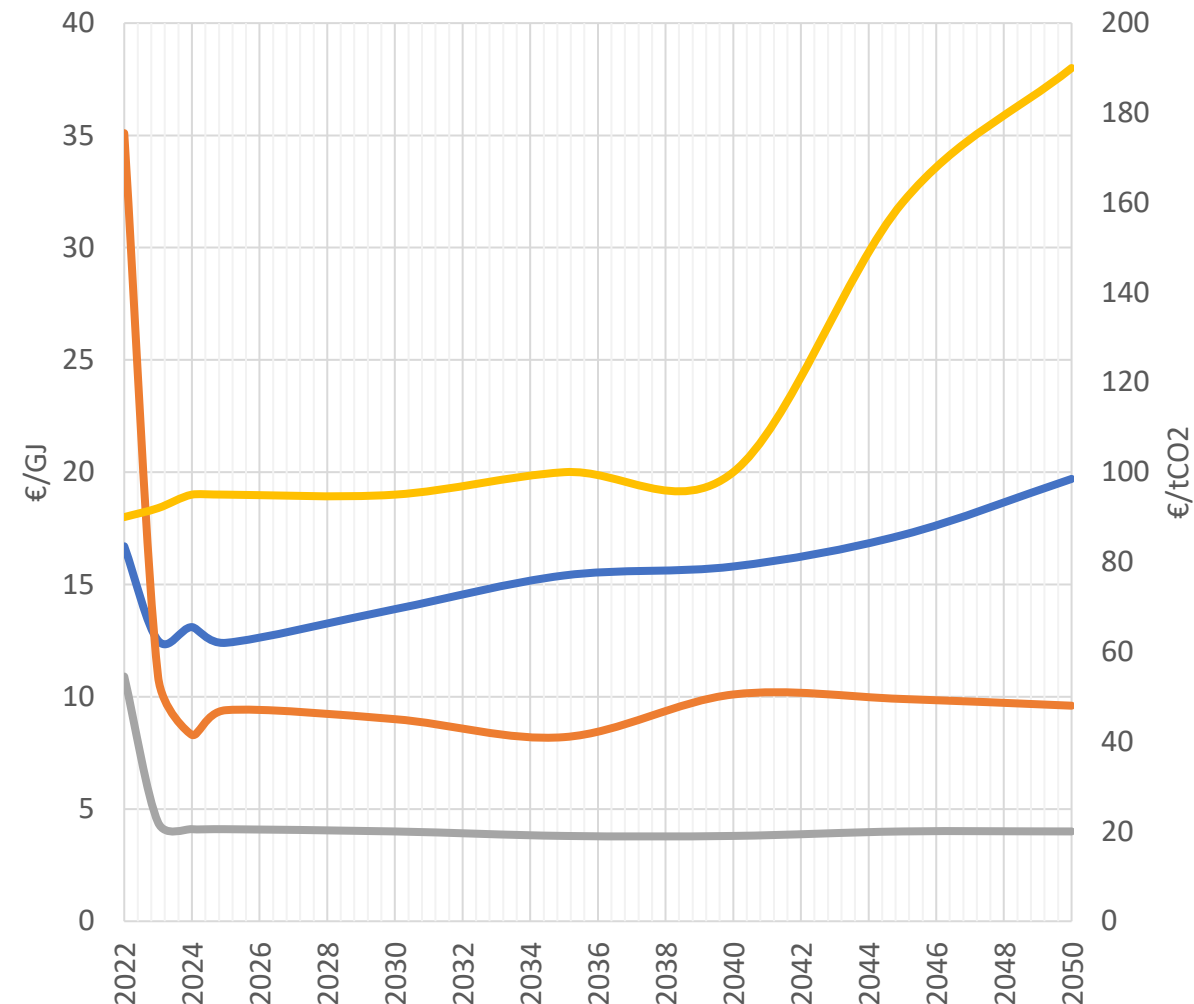


— GDP 2022=1 (EUROSTAT mar2024)

— Pop 2022=1 (AGEING REPORT 2024)

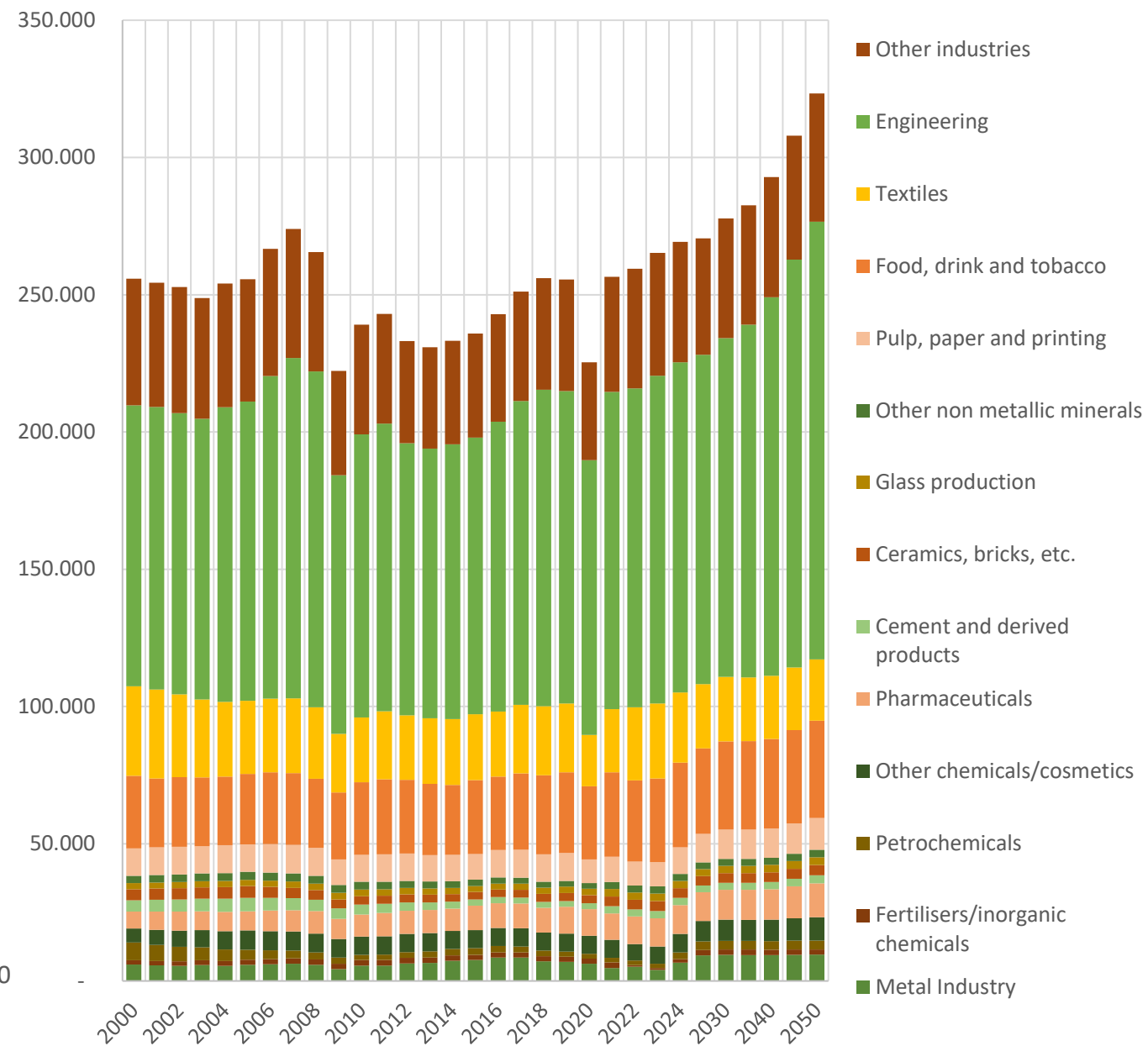
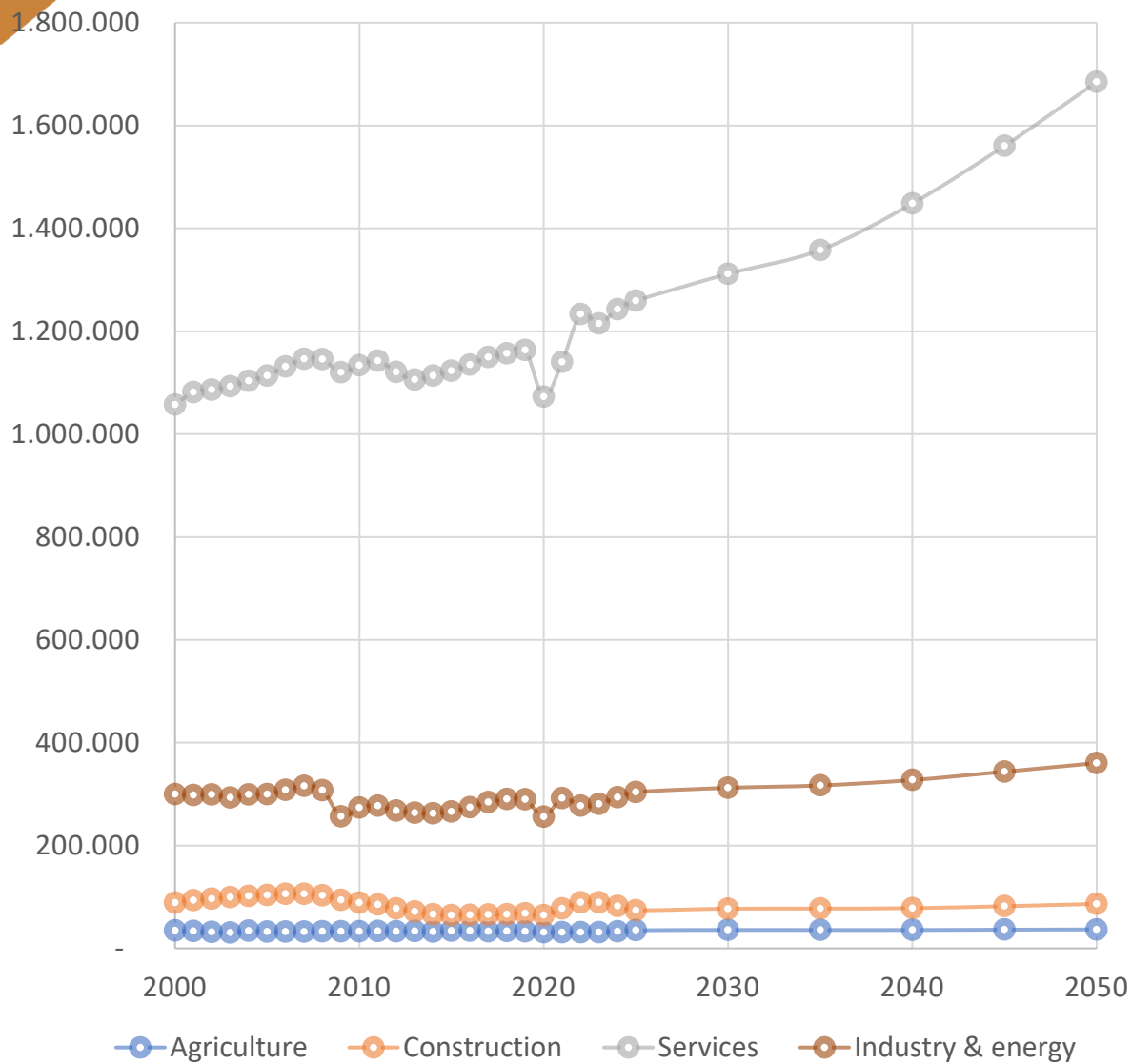
— Potential GDP (growth rate)

2023-2025 da winter forecast 2024, dal 2026 ageing report

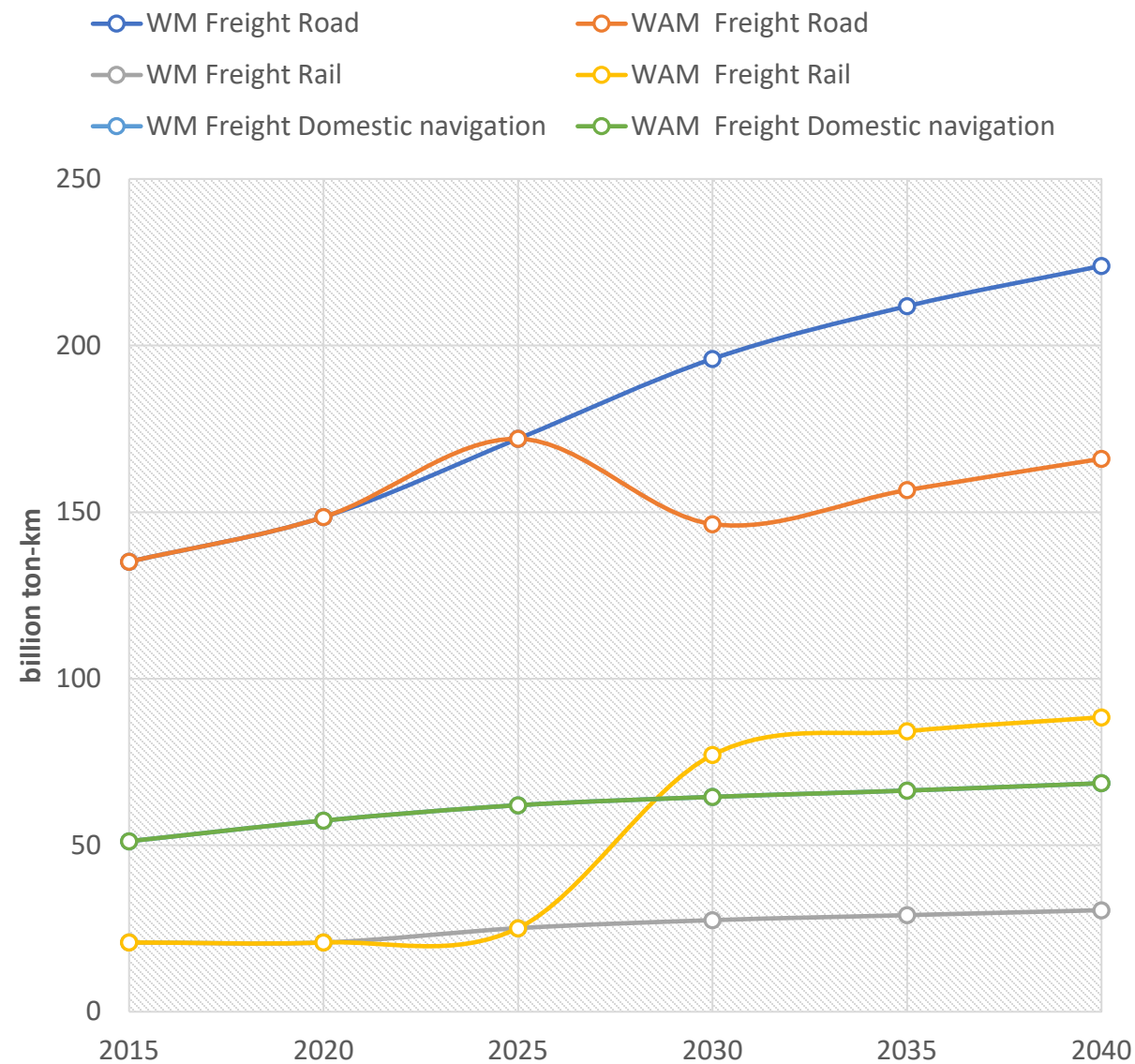
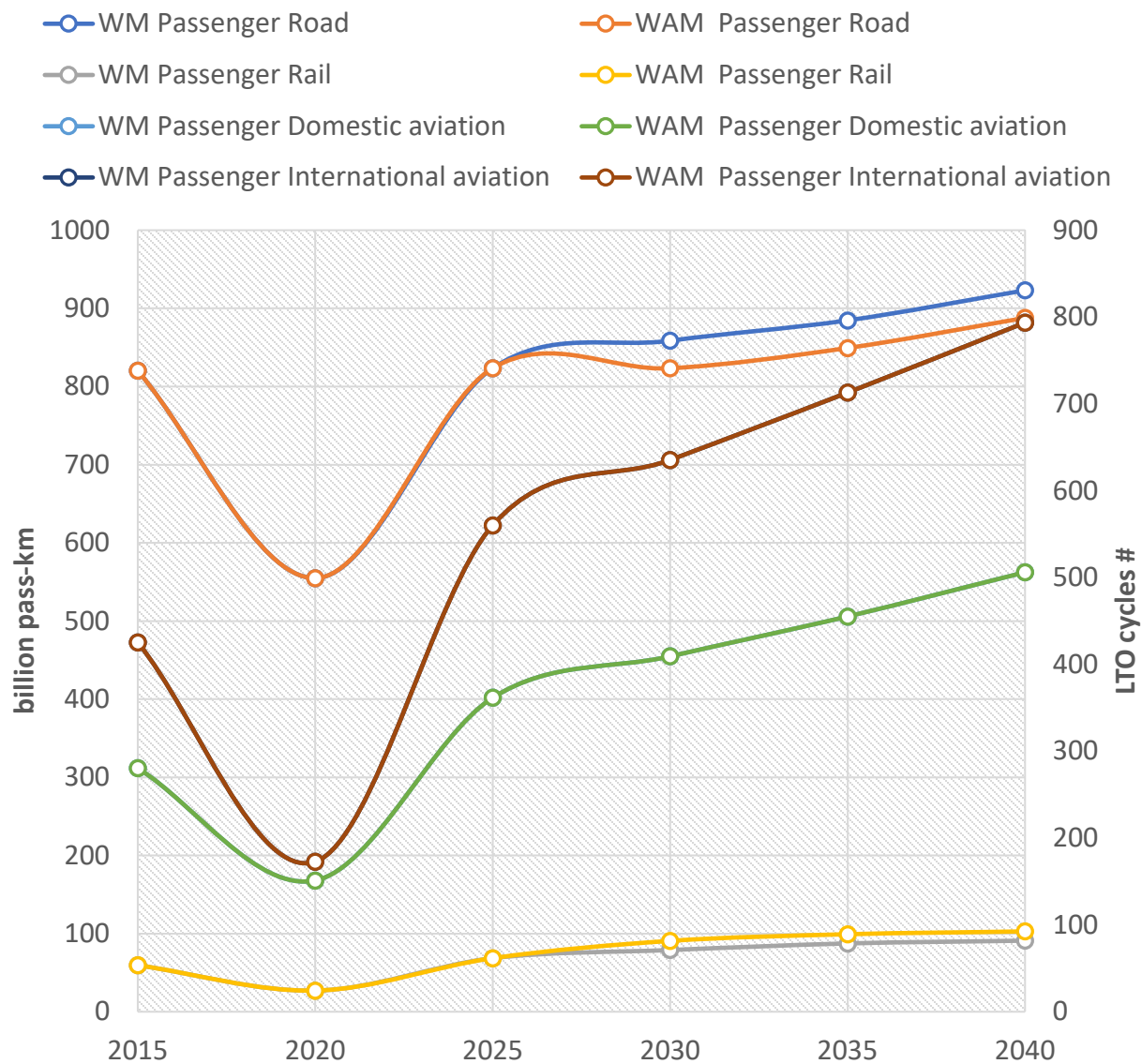


— €/GJ Oil — €/GJ Gas (NCV) — €/GJ Coal — €/tCO2

Main drivers: sectoral GVA



Main drivers - Transport

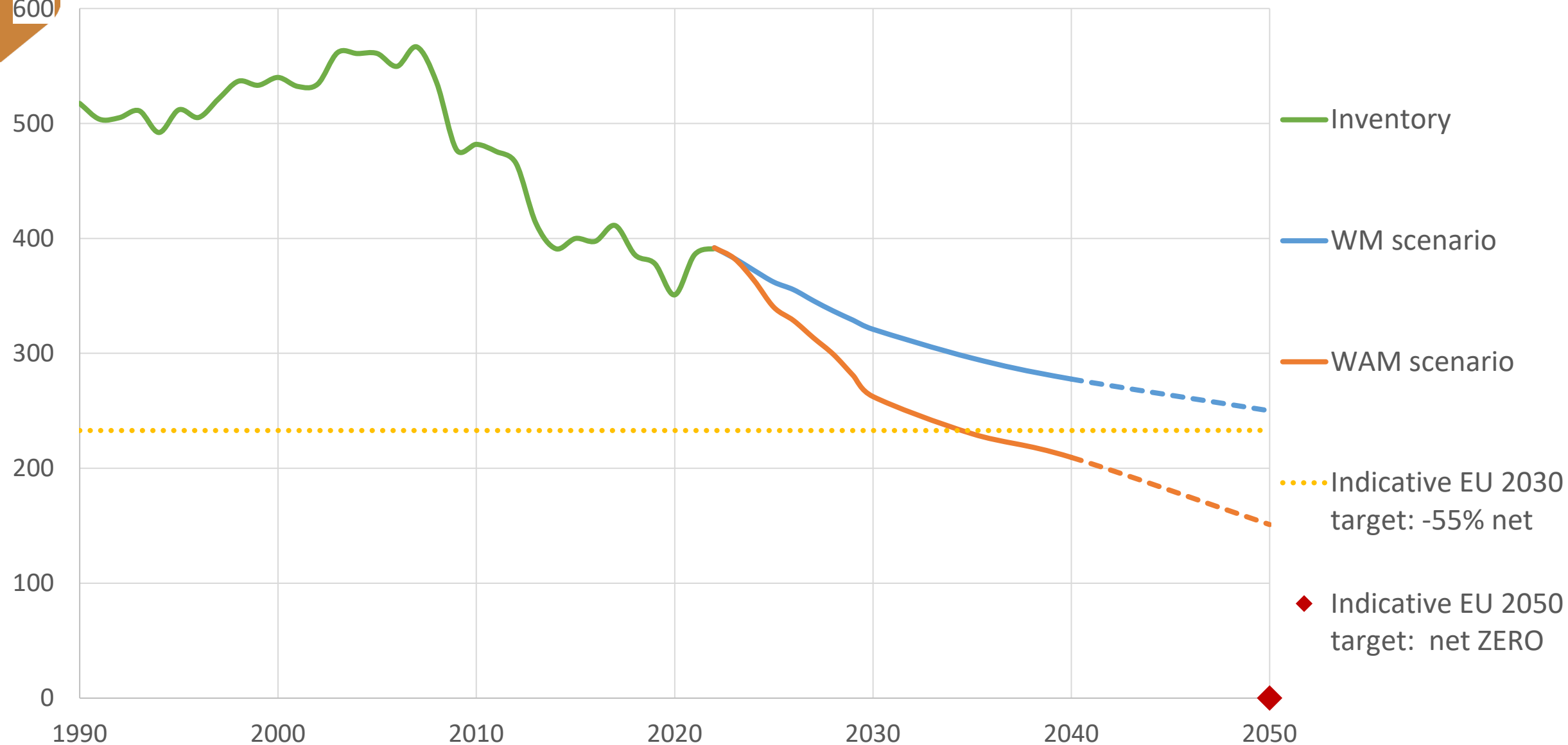


...and some policies

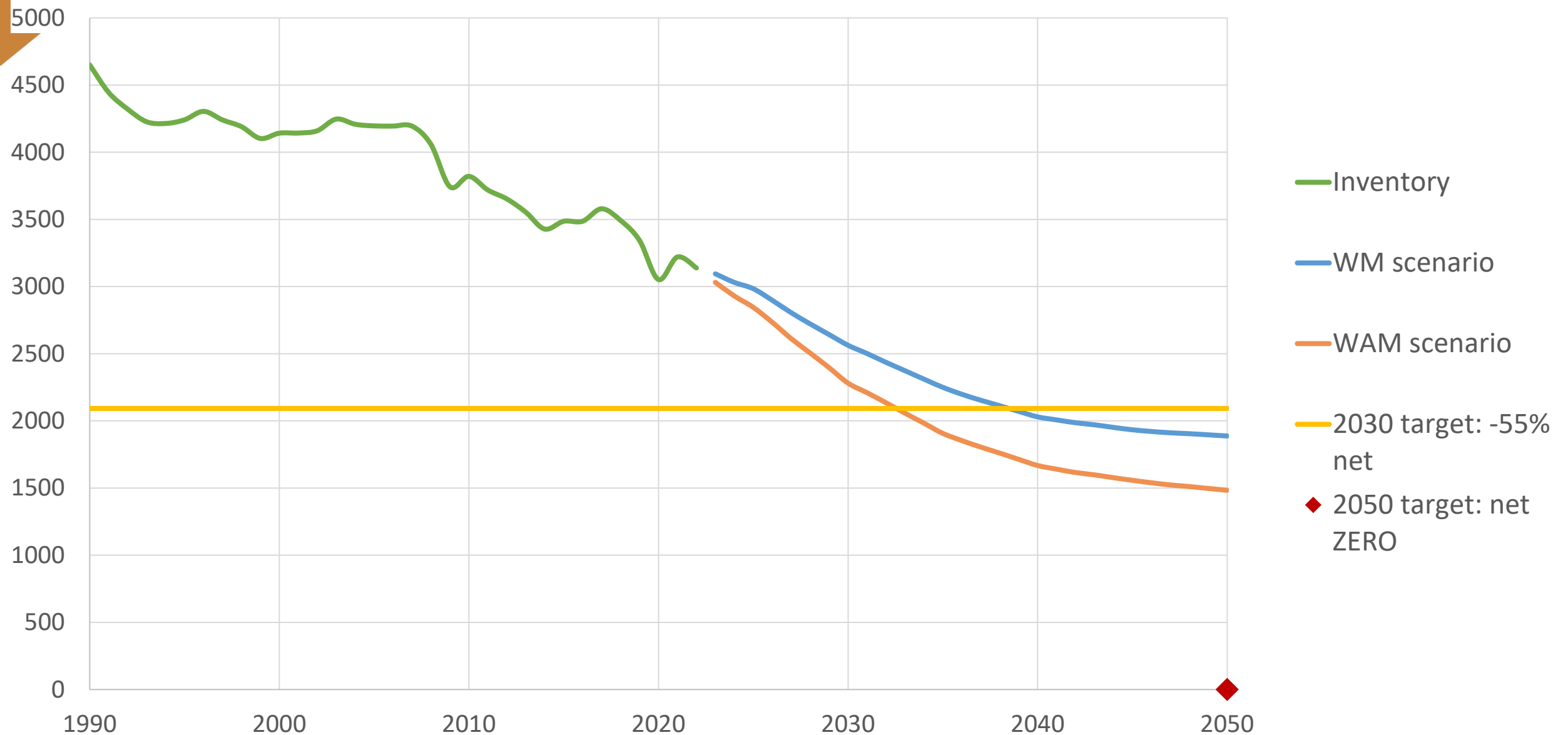
Name	scenario	status	sector	GAS	start year	GHG emission reductions (kt CO ₂ eq) 2030 Expected
Coal Phase-out for electricity generation	WM	Implemented	Energy	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O	2019	12,666
Tenders for electricity generation from large renewable plants	WAM	Planned	Energy	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O	2024	11,536
PPA promotion for large RES plants (update)	WAN	Planned	Energy	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O	2024	5,074
Biofuels for road transportation	WM	Implemented	Transport	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O	2006	5,071
PPA promotion for large RES plants	WM	Implemented	Energy	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O	2022	4,935
Biofuels for road transportation (update)	WAM	Planned	Transport	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O	2023	4,580
EV share increase	WAM	Planned	Transport	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O	2023	3,691
Regulation (EU) 2023/851	WAM	Planned	Transport	CO ₂ ,CH ₄ ,N ₂ O	2023	3,026
Incentives for biomethane (update)	WAM	Planned	Agriculture	CH ₄ ,N ₂ O	2025	967

IT Total GHG emissions including LULUCF (MtCO₂eq)

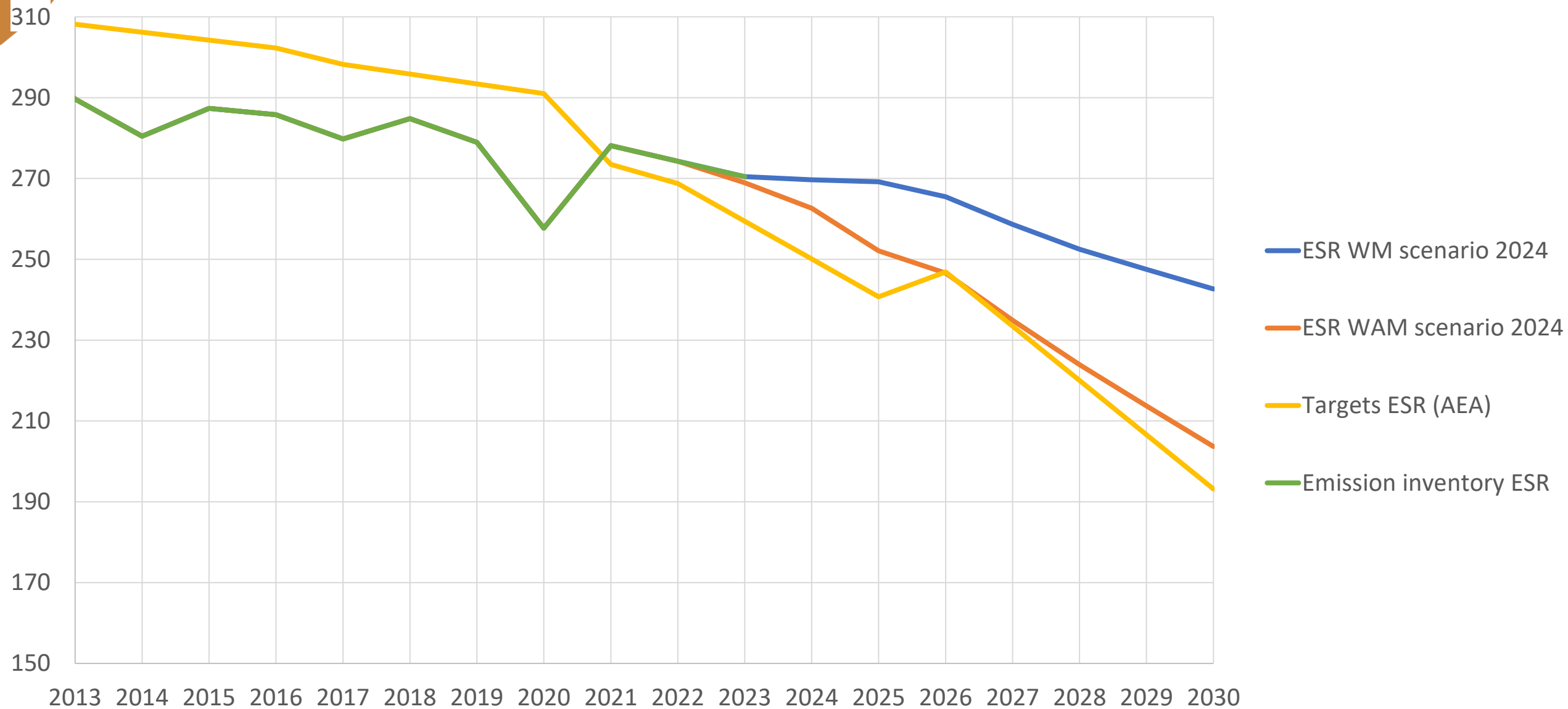
600



EU Total GHG emissions including LULUCF (MtCO₂eq)



ESR: WM and WAM scenarios (MtCO₂eq) vs AEA



Emissions by sector under ESR - WAM scenario (MtCO2eq)

300

250

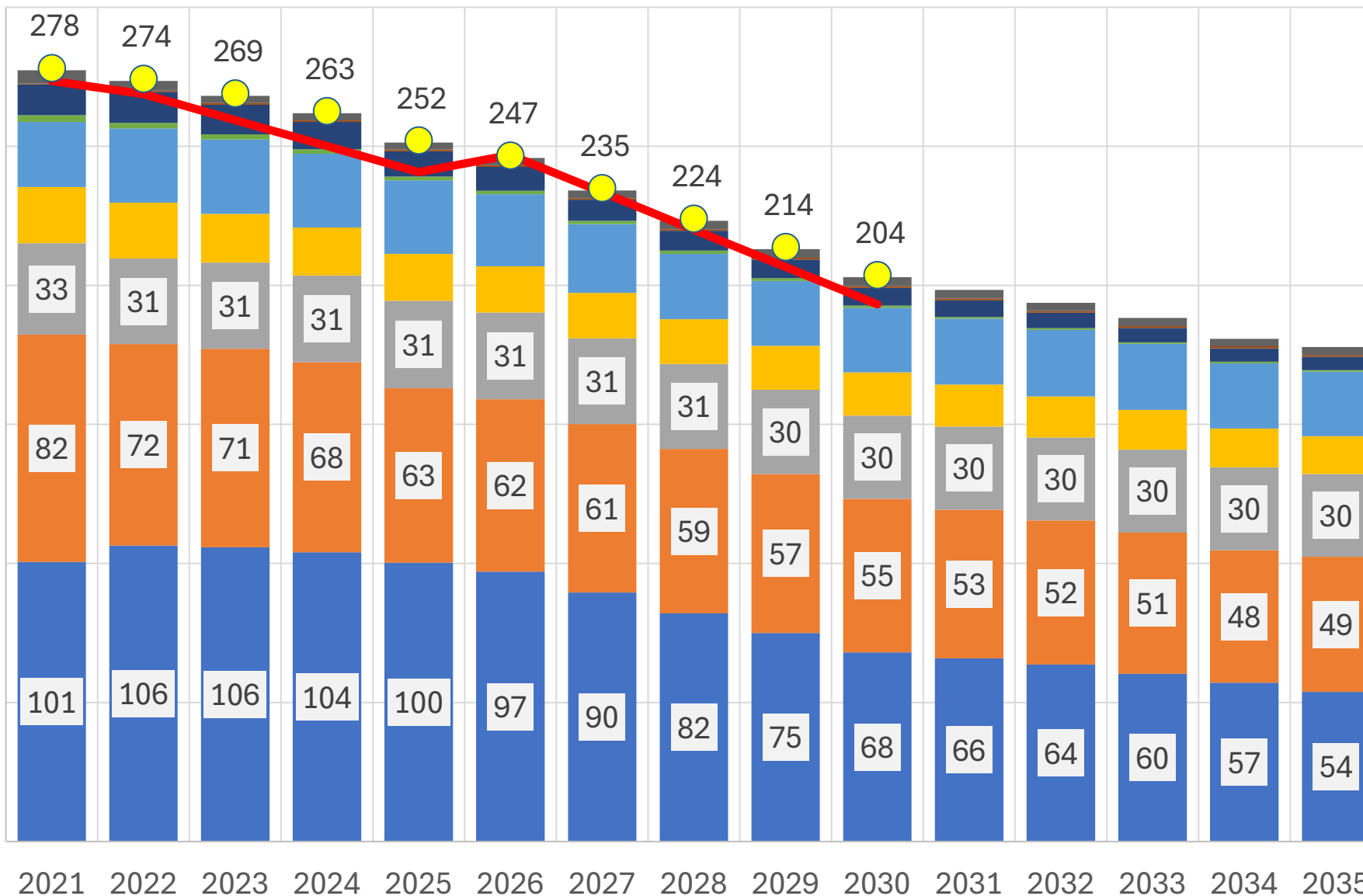
200

150

100

50

0



- Fugitives
- Other Energy
- Industrial Processes and F-gases
- Energy Industries
- Manuf. Industry & Construcion
- Waste
- Agriculture: Crops and Livestock
- Civil
- Trasnport
- TARGET ESR
- TOT ESR

LTS 2021 and 2024 projections

	Base year for proj.		2050		2050	
	2017	2022	LTS Reference	WM 2024*	LTS Policy	WAM 2024*
Energy Industries	105	95	30	37	-9/-7	26
Manufacturing Industry & Construcion	51	55	32	50	8/7	40
Transport	99	110	57	66	0	14
Civil sector	83	73	37	57	0	34
Other Energy	7	6	4	4	1	3
Industrial Processes, Solvents, and F-gases	33	24	24	26	15	26
Waste	18	20	8	9	6	9
Agriculture: Crops and Livestock	31	31	28	30	23	29
LULUCF	-21	-21	-27	-29	-44	-29
Total net GHG	407	393	192	251	0	152

MAIN DIFFERENCES

- Both 2024 scenarios actually reach 2040, extension to 2050 still has a lot of uncertainties, for some categories it is just an extrapolation of the trend 2030-2040
- 2024 scenarios are built for NECP, based on actual existing (WM) and planned (WAM) measures up to 2030: in 2050 same policies as in 2030
 - Examples A – CCS: LTS net zero considers -42MtCO₂, WAM 2024 only -4MtCO₂
 - Examples B – LULUCF: WM=WAM no additional policies
- LTS reference was built on the previous NECP policy scenario, “closer” to WAM 2024

LTS 2021 and 2024 projections

MAIN DIFFERENCES

	Base year for proj.		2050		2050	
	2017	2022	LTS Reference	WM 2024*	LTS Policy	WAM 2024*
Energy Industries	105	95	30	37	-9/-7	26
Manufacturing Industry & Construcion	51	55	32	50	8/7	40
Transport	99	110	57	66	0	14
Civil sector	83	73	37	57	0	34
Other Energy	7	6	4	4	1	3
Industrial Processes, Solvents, and F-gases	33	24	24	26	15	26
Waste	18	20	8	9	6	9
Agriculture: Crops and Livestock	31	31	28	30	23	29
LULUCF	-21	-21	-27	-29	-44	-29
Total net GHG	407	393	192	251	0	152

- Both 2024 scenarios actually reach 2040, extension to 2050 still has a lot of uncertainties, for some categories it is just an extrapolation of the trend 2030-2040
- 2024 scenarios are built for NECP, based on actual existing (WM) and planned (WAM) measures up to 2030: in 2050 same policies as in 2030
 - Examples A – CCS: LTS net zero considers -42MtCO₂, WAM 2024 only -4MtCO₂
 - Examples B – LULUCF: WM=WAM no additional policies
- LTS reference was built on the previous NECP policy scenario, “closer” to WAM 2024

Latest data on drivers, policies, inventories, projections etc. can be found at:

- <https://unfccc.int/first-biennial-transparency-reports>
- <https://emissioni.sina.isprambiente.it/>
- <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/trends-and-projections-in-europe-2024>

These biotic and abiotic components are linked together through nutrient cycles and energy flows.

Grazie per l'attenzione
emanuele.peschi@isprambiente.it

Quali strategie per raggiungere la decarbonizzazione spinta?

Michele Benini – direttore dipartimento Sviluppo Sistemi Energetici

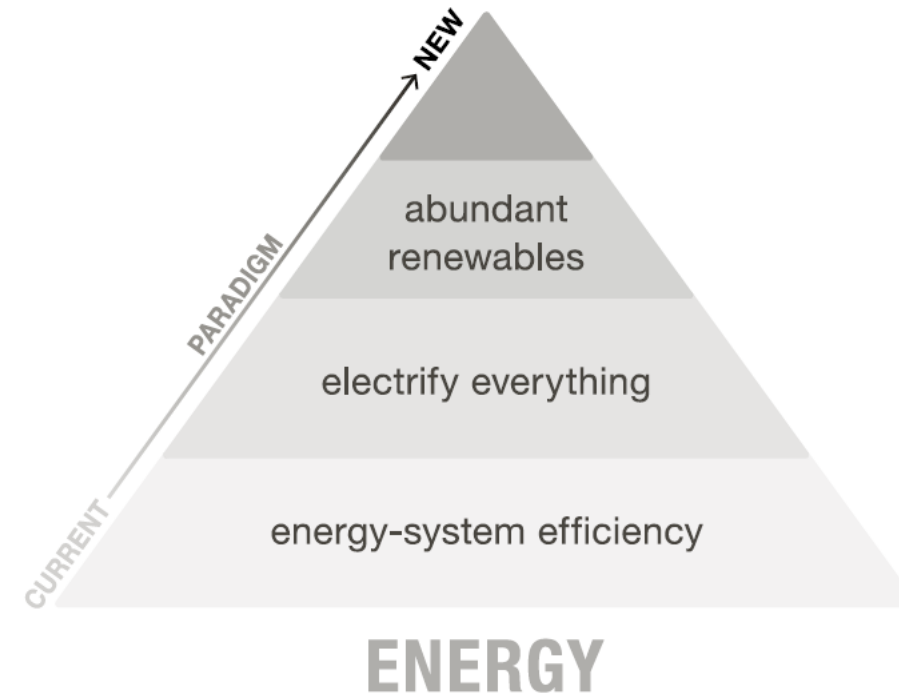
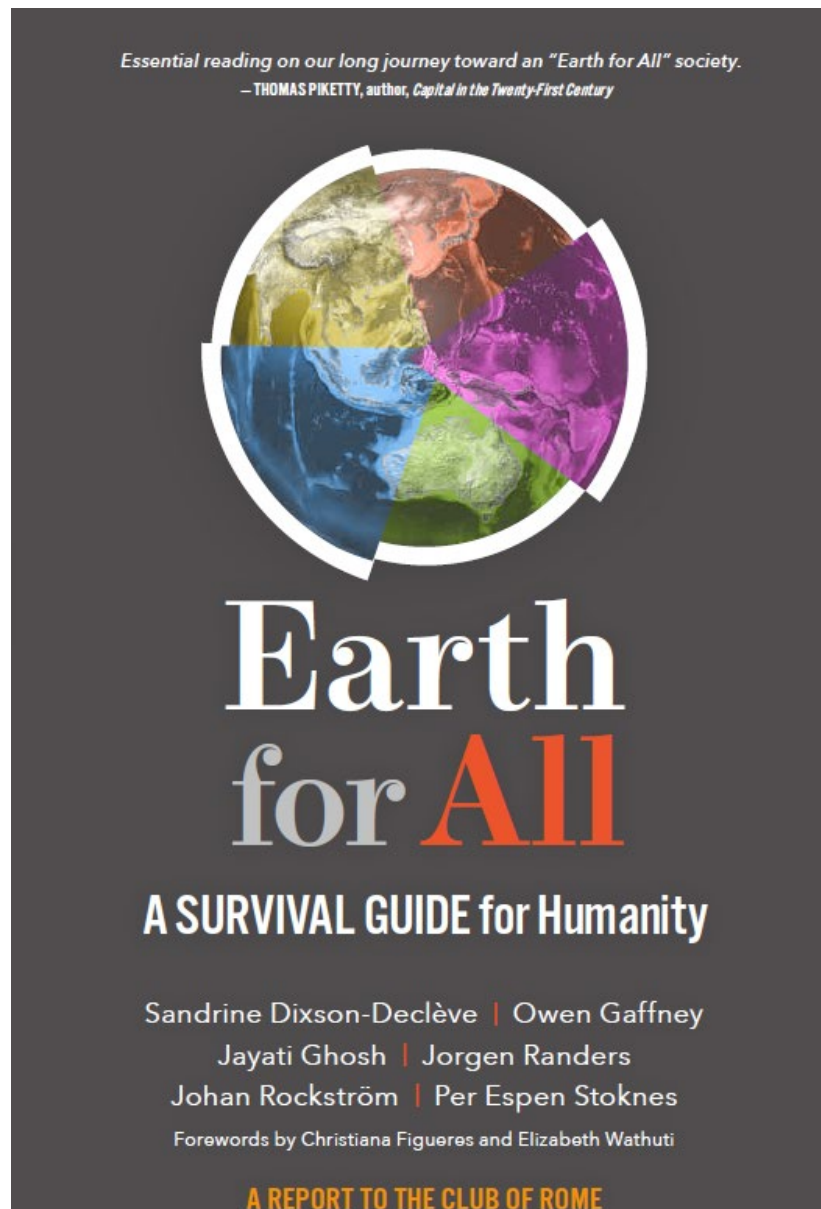
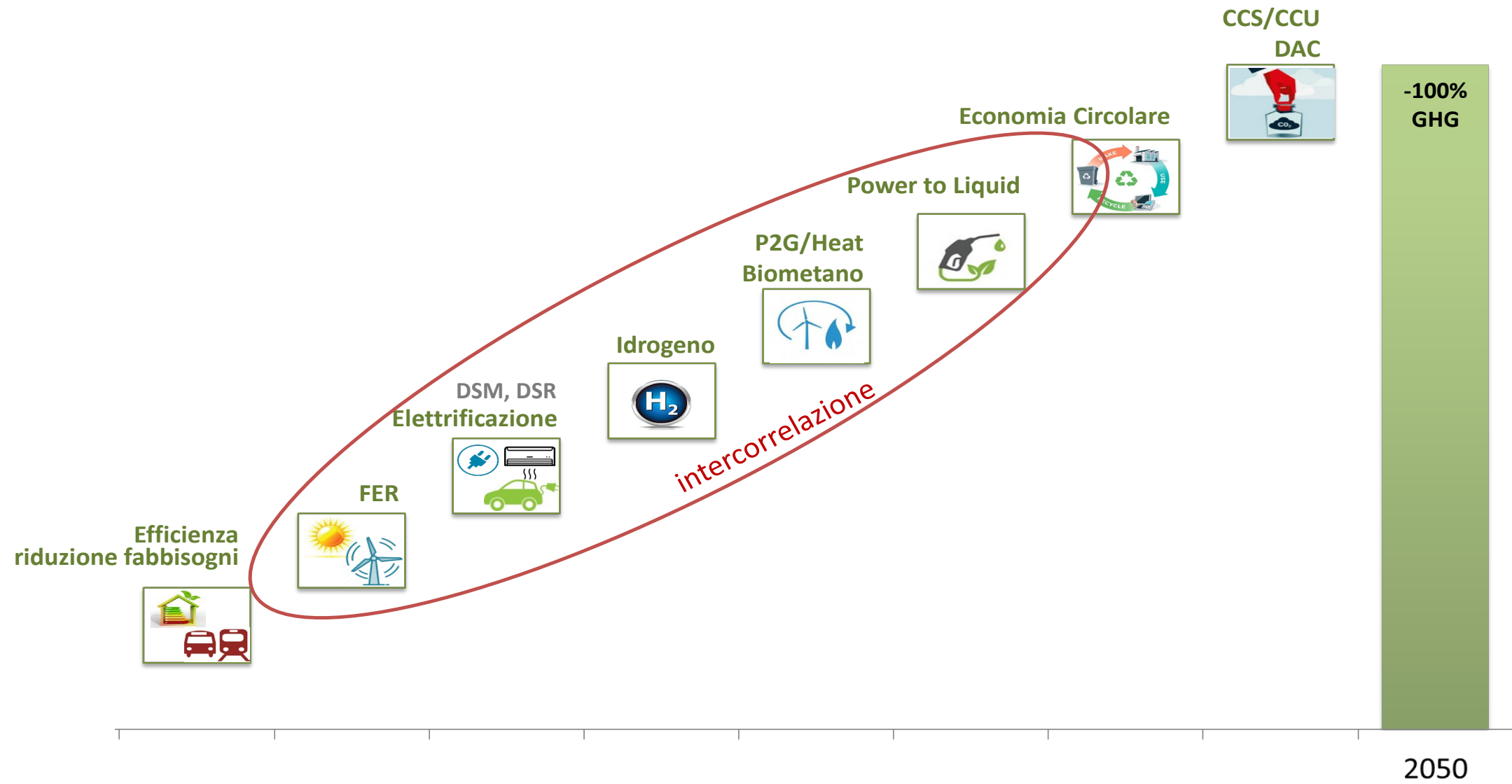


Figure 7.1. The energy turnaround starts with systemic efficiency along the entire existing energy systems. At the same time, heat, industrial processes, and transport transition to renewable electricity and energy carriers derived from it, such as green hydrogen. Large investments in abundant renewables with storage keep making power cheaper due to zero marginal costs, i.e., “free sun.”

Long Term Strategy 2050

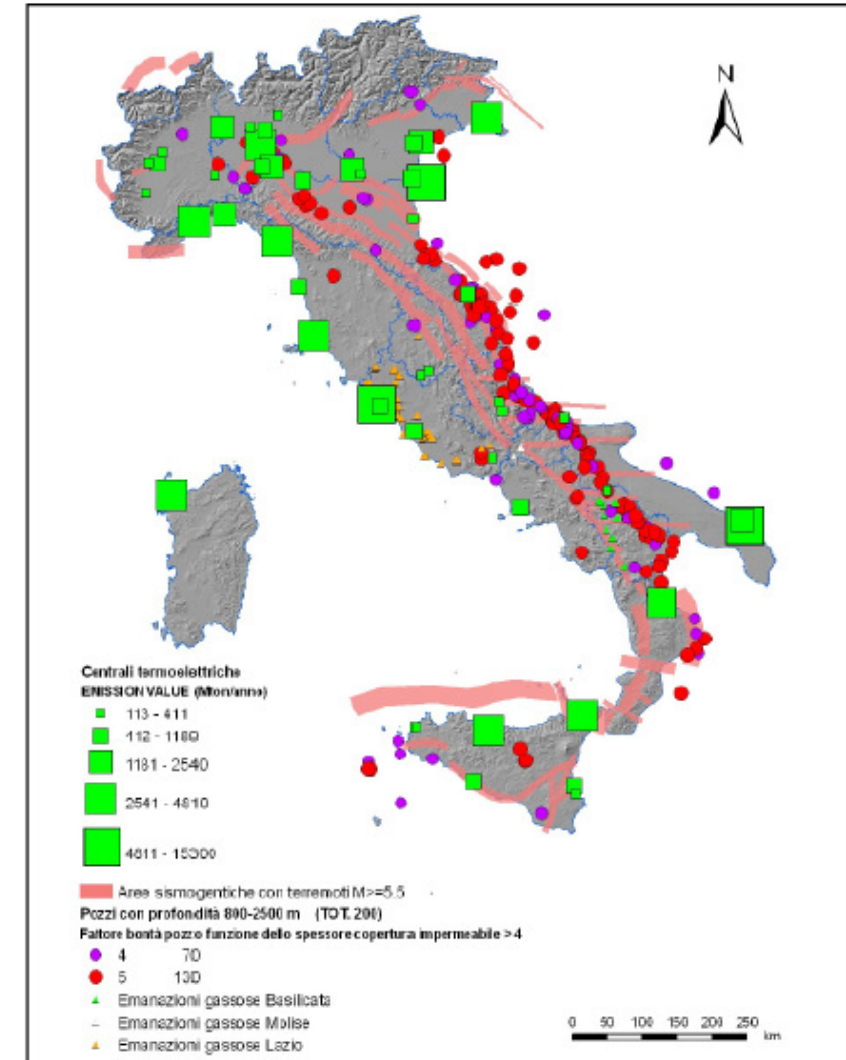
Long Term Strategy 2050



- La CCS può essere impiegata per chiudere il “gap emissivo” che residua dall’adozione di tutte le altre tecnologie
- CCS: La capacità potenziale di storage in Italia è stimata intorno alle **20 Gt CO₂** (in linea con gli studi RSE, INGV e ENEL) .
- CCS/CCU applicata al settore elettrico e al settore industriale
- CCS industriale applicabile al 100% del cemento e acciaio integrato e 50% della produzione di vetro.
- CCS abilitata su impianti a biomasse e biometano → **emissioni negative** che aiutano ad azzerare le emissioni nette al 2050, data la permanenza di emissioni incompressibili (vedi agricoltura).

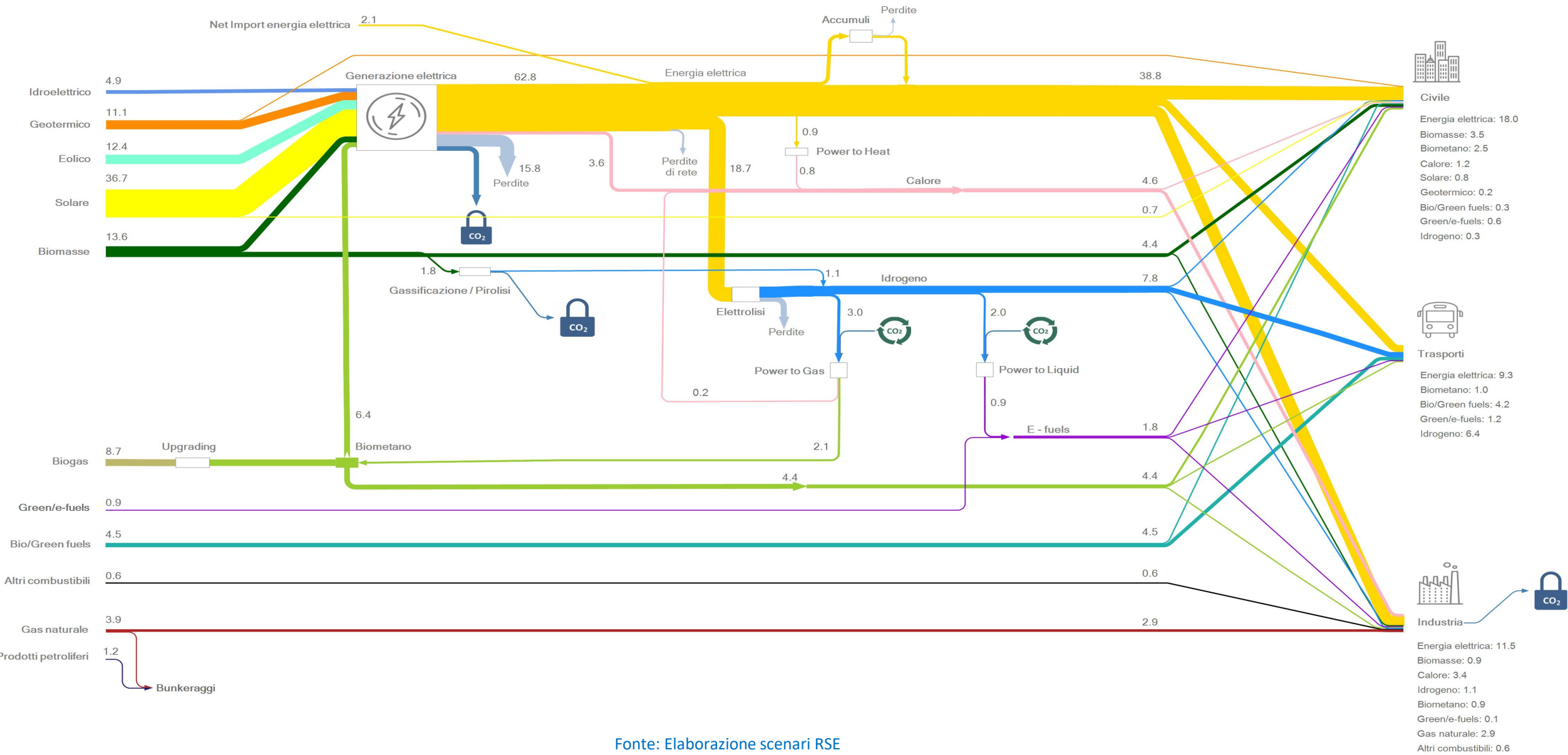
Emissioni negative

Mt CO ₂	2050
CCS da generazione gas	8-10
CCS da generazione bioenergie	11-18
CCS da industria	10-15
CCU da bioenergie	3-5



Long Term Strategy 2050 – Sankey diagram

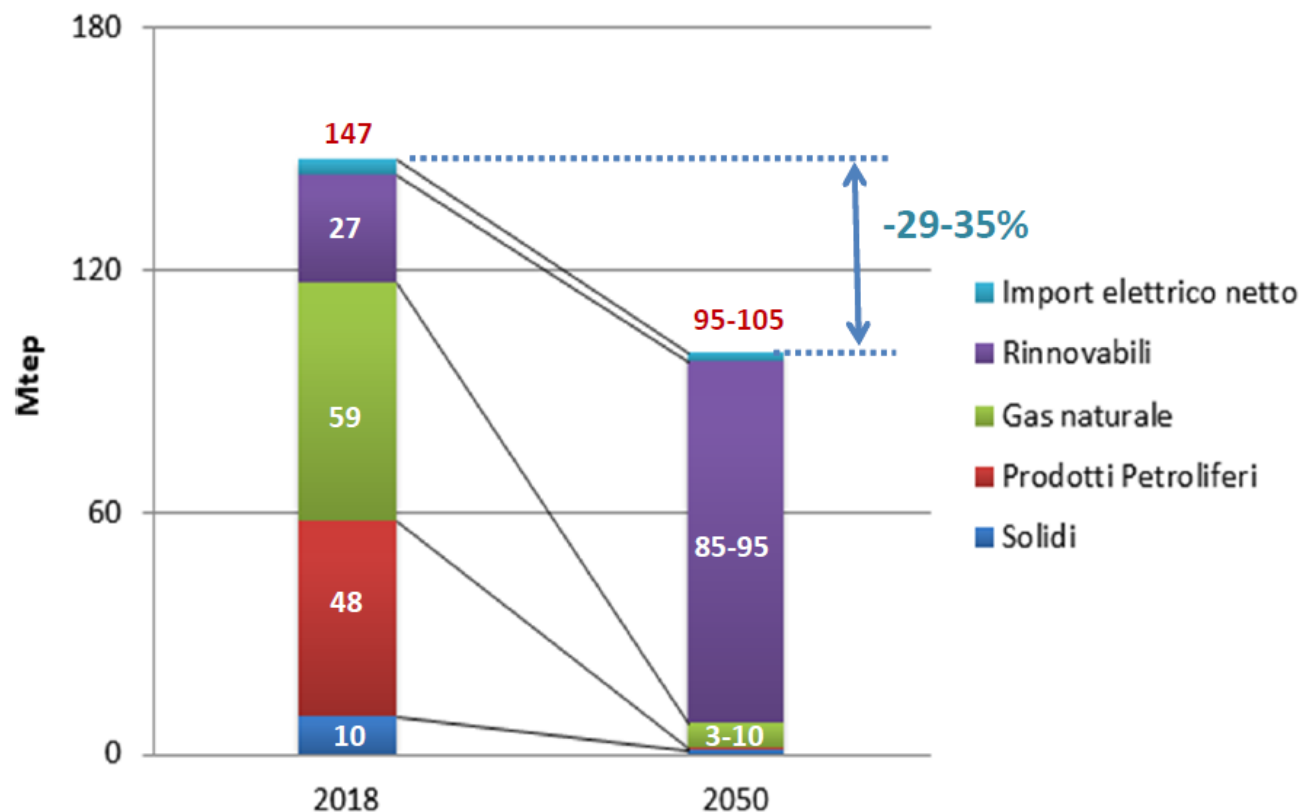
Unità di misura: Mtep



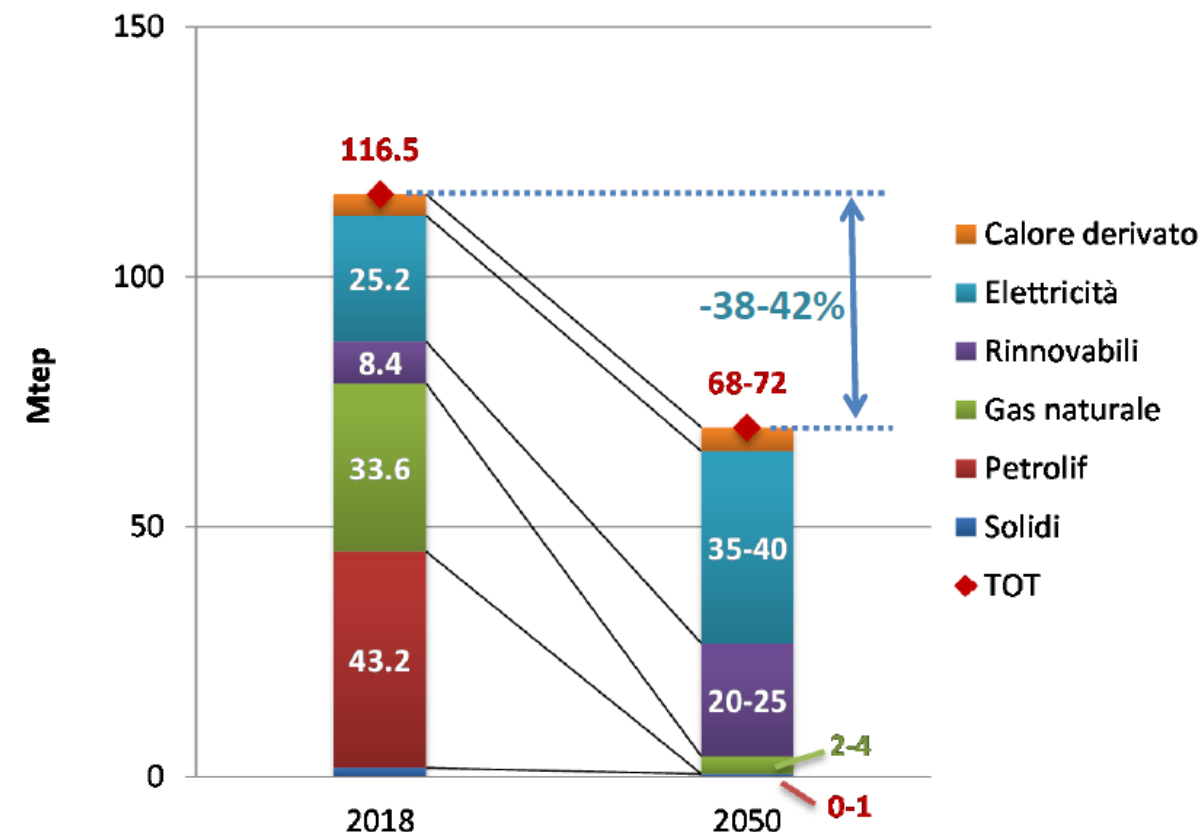
Fonte: Elaborazione scenari RSE

Long Term Strategy 2050 – Efficienza energetica

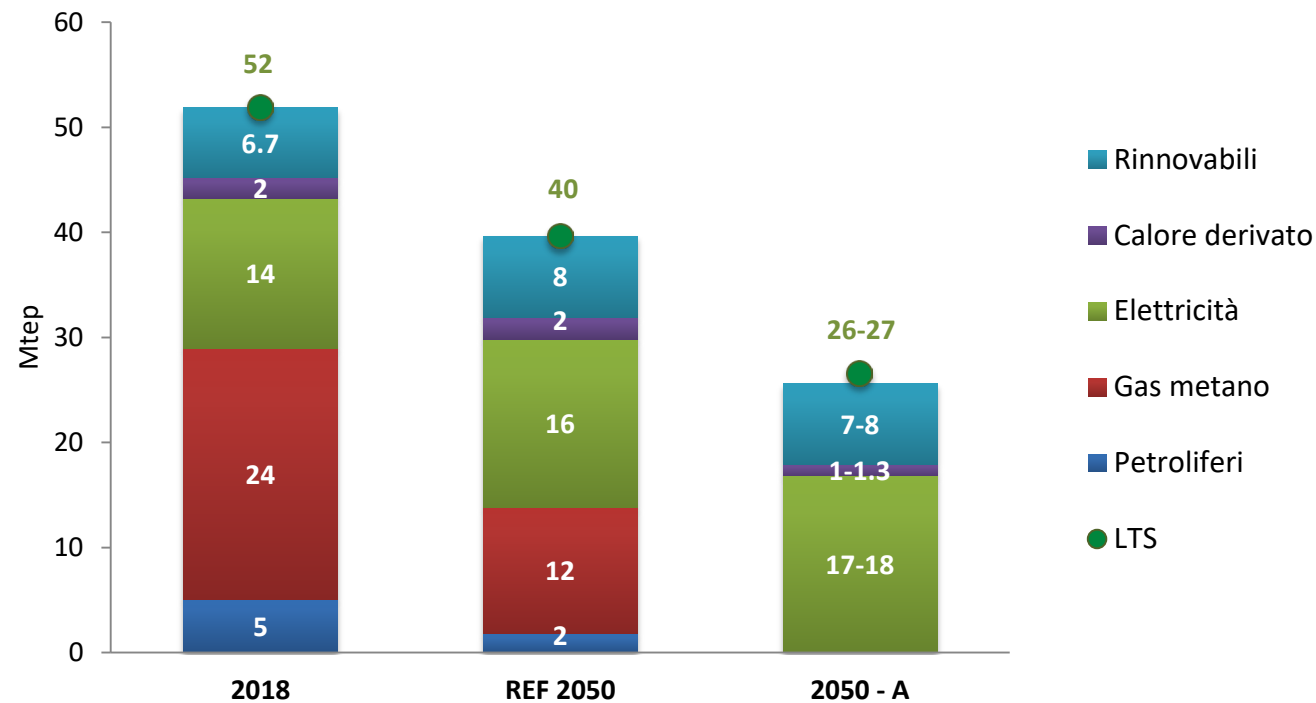
Primary Energy (*)



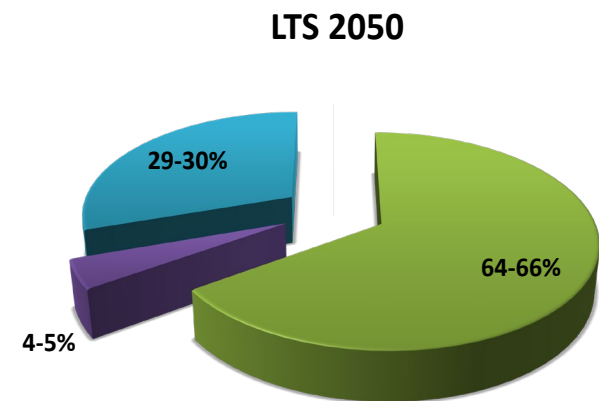
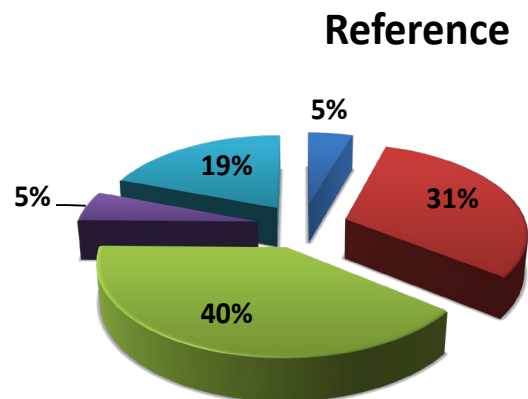
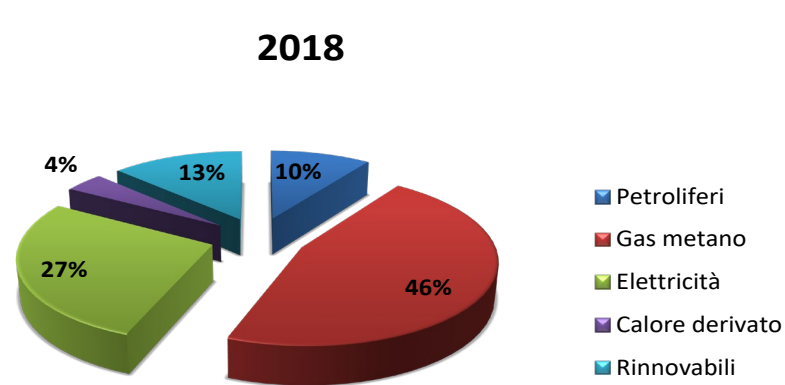
Final Energy Consumption



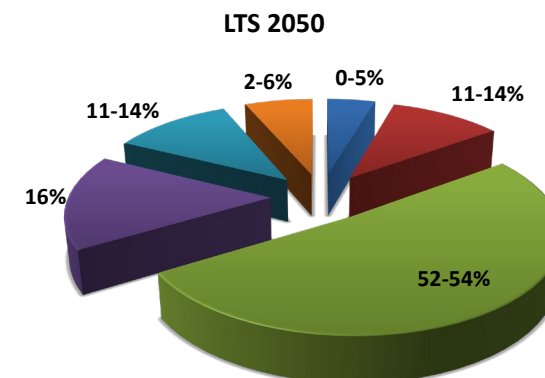
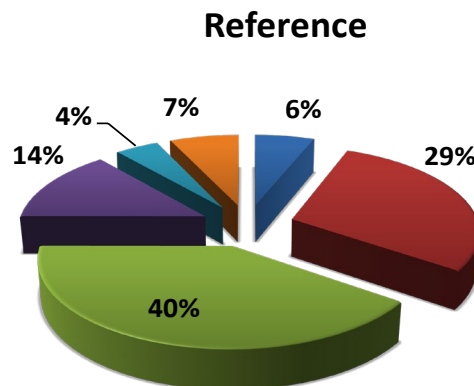
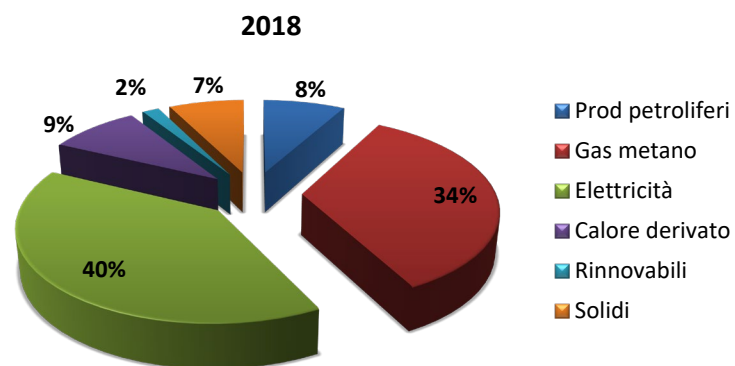
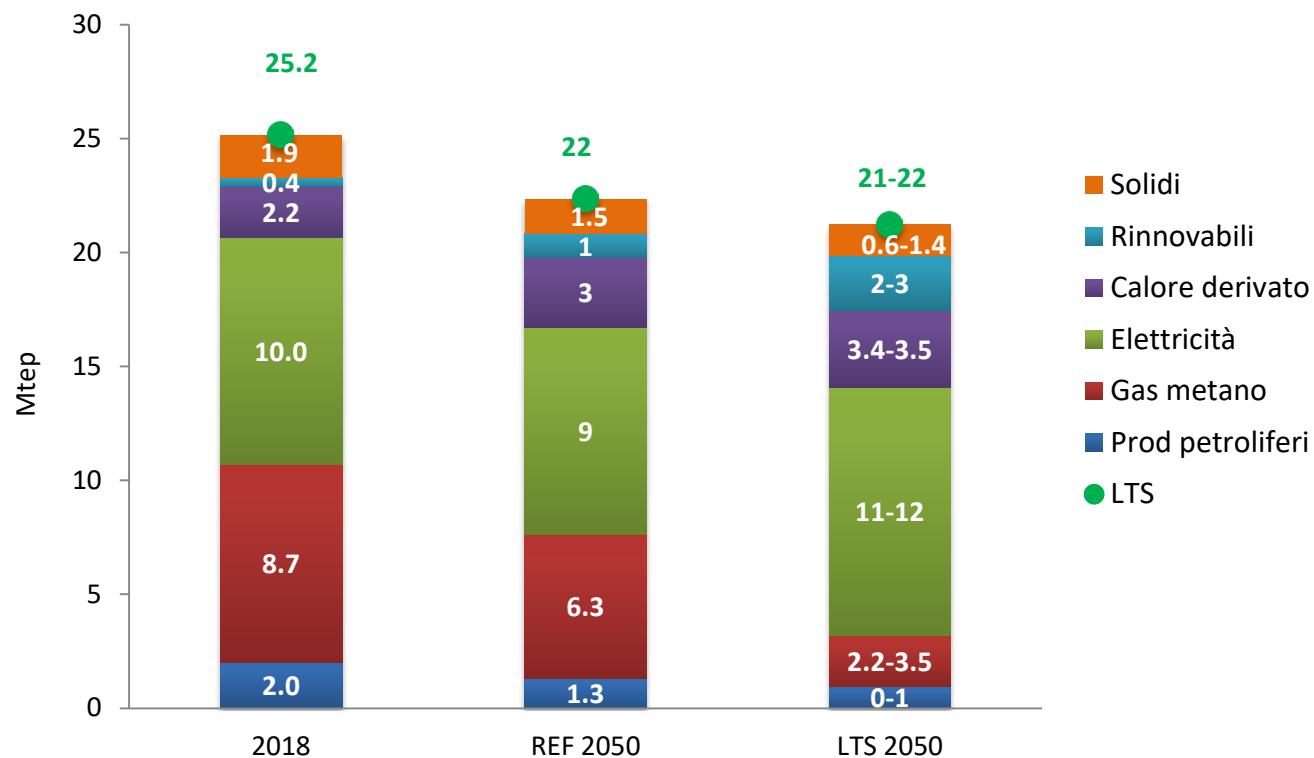
Long Term Strategy 2050 – Settore Civile



- Ristrutturazione edilizia 2,0% all'anno
- Elettrificazione del settore 64-66%
- 70% delle abitazioni del residenziale usa PdC elettriche come impianto principale; il resto usa biometano o e-fuel
- Elettrificazione completa usi cottura cibi

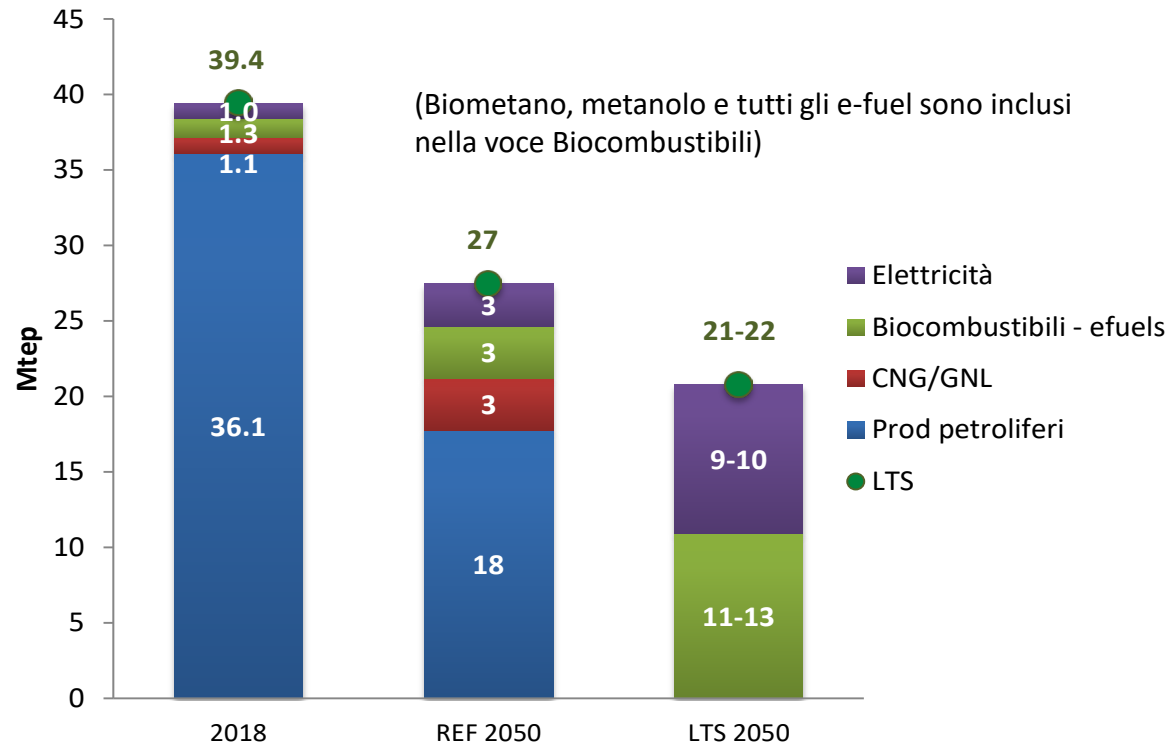


Long Term Strategy 2050 – Settore Industria

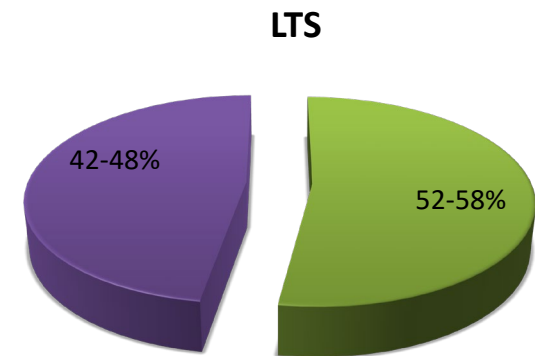
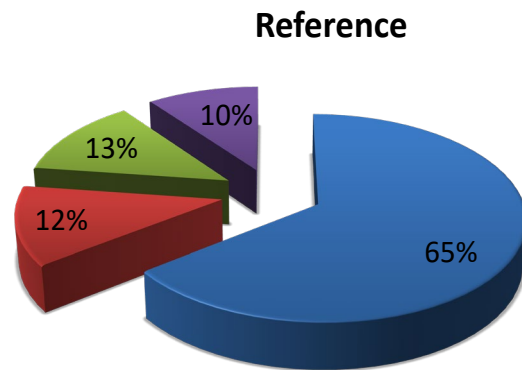
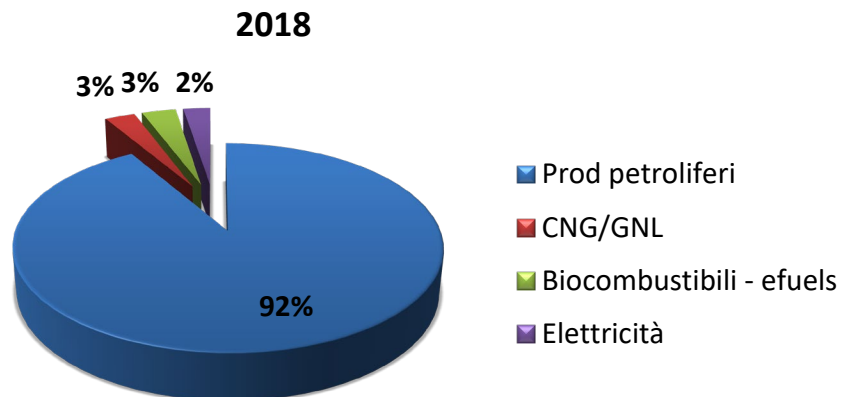


- **Elettrificazione del settore 52-54%**
- **Uso della CCS nell'acciaio, cemento e vetro**
- **La siderurgia non necessita di CCS nel caso di una completa sostituzione dell'acciaio integrato con preridotto e idrogeno**
- **La quantità di CO2 catturata varia a seconda delle ipotesi tra 11 e 18 Mt CO2, includendo anche parte delle emissioni non energetiche**
- **I «solidi» sono combustibili a fini energetici da economia circolare**

Long Term Strategy 2050 – Settore Trasporti



- **Elettrificazione del settore 42-48%**
- **Shift modale passeggeri da privato a pubblico del 23% → la domanda servita da trasporto pubblico raggiunge il 40%**
- **Shift modale e riduzione viaggi a vuoto nel trasporto merci fino al 10% dal 31%**
- **Idrogeno nel trasporto merci pesante**
- **I fossili permangono nella navigazione internazionale (bunkeraggi)**

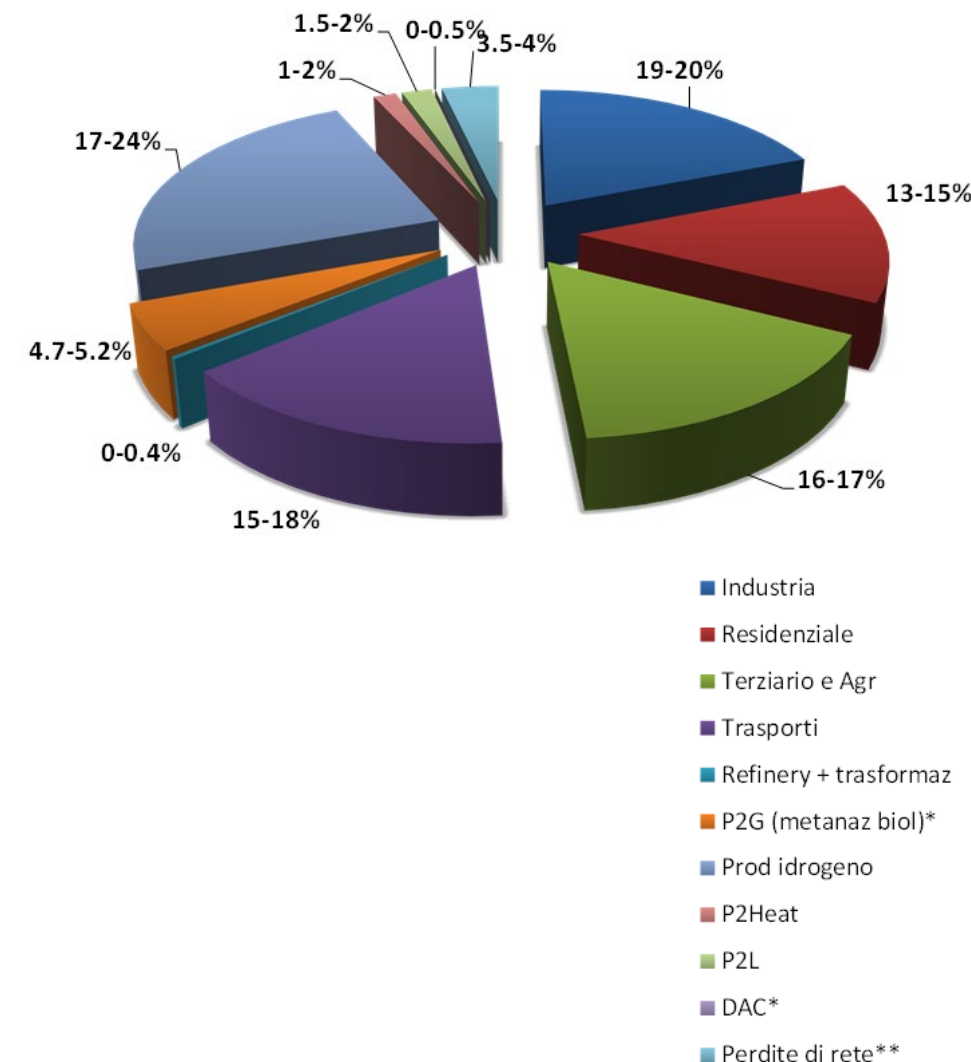


Long Term Strategy 2050 – Consumi di energia elettrica

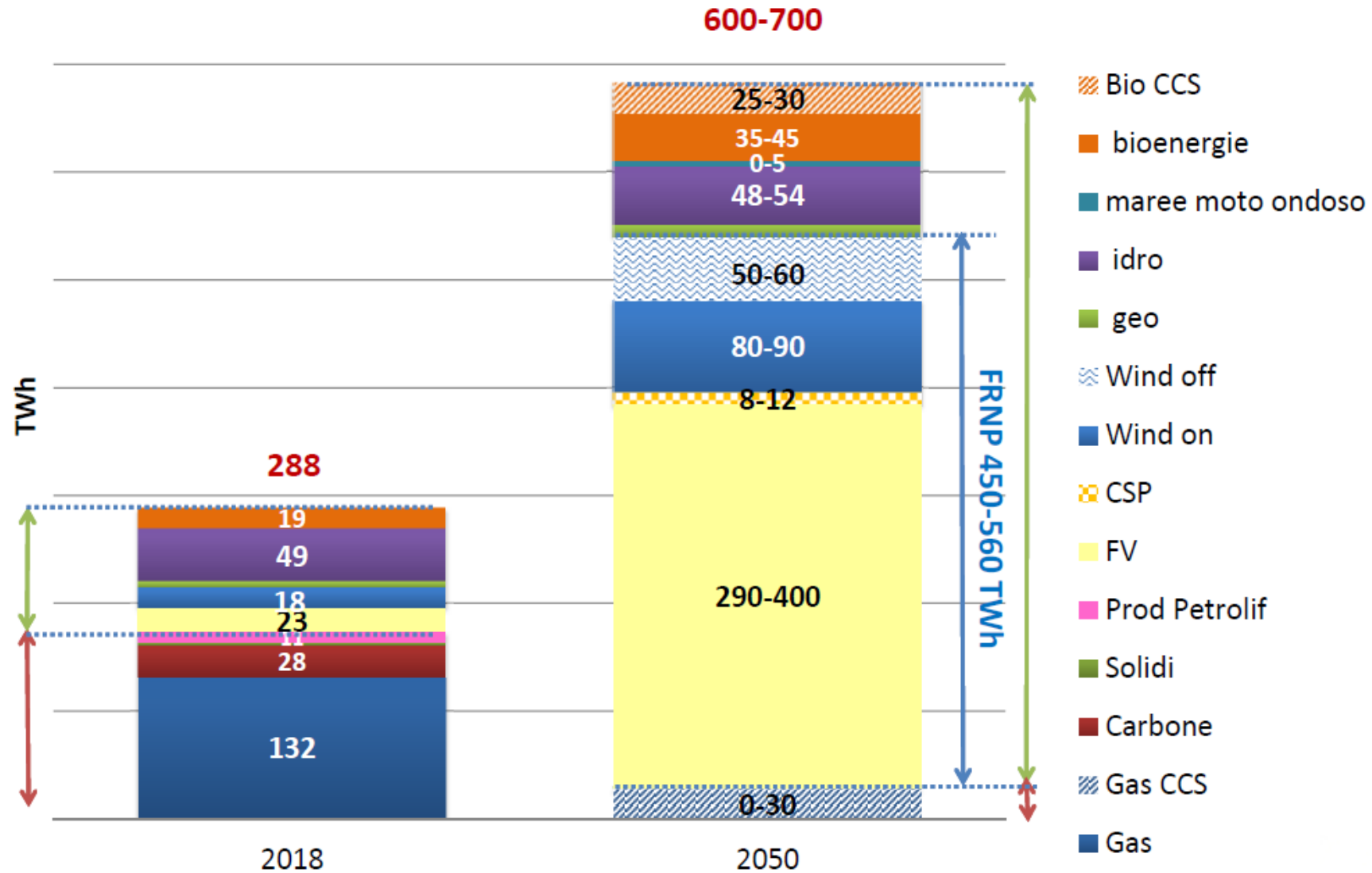
Consumi - TWh	2018	REF 2050	LTS 2050
Industria	116.1	106	126-134
Residenziale	65.1	80	94-95
Terziario e Agr	100.4	106	110-114
Trasporti	11.5	33	105-115
Refinery + trasformaz	9.3	6.4	2
P2G (metanaz biol)*	-	-	30-36
Prod idrogeno	-	-	110-170
P2Heat	-	-	9-10
P2L	-	-	11-13
DAC*	-	-	0-3
Perdite di rete**	18.0	21	24-26

**Usi finali
elettrici
435 – 458 TWh**

**Nuovi consumi
elettrici
160 – 232 TWh**



Long Term Strategy 2050 – Generazione di energia elettrica



Il sistema elettrico italiano al 2050



Usi finali ~ 450 TWh



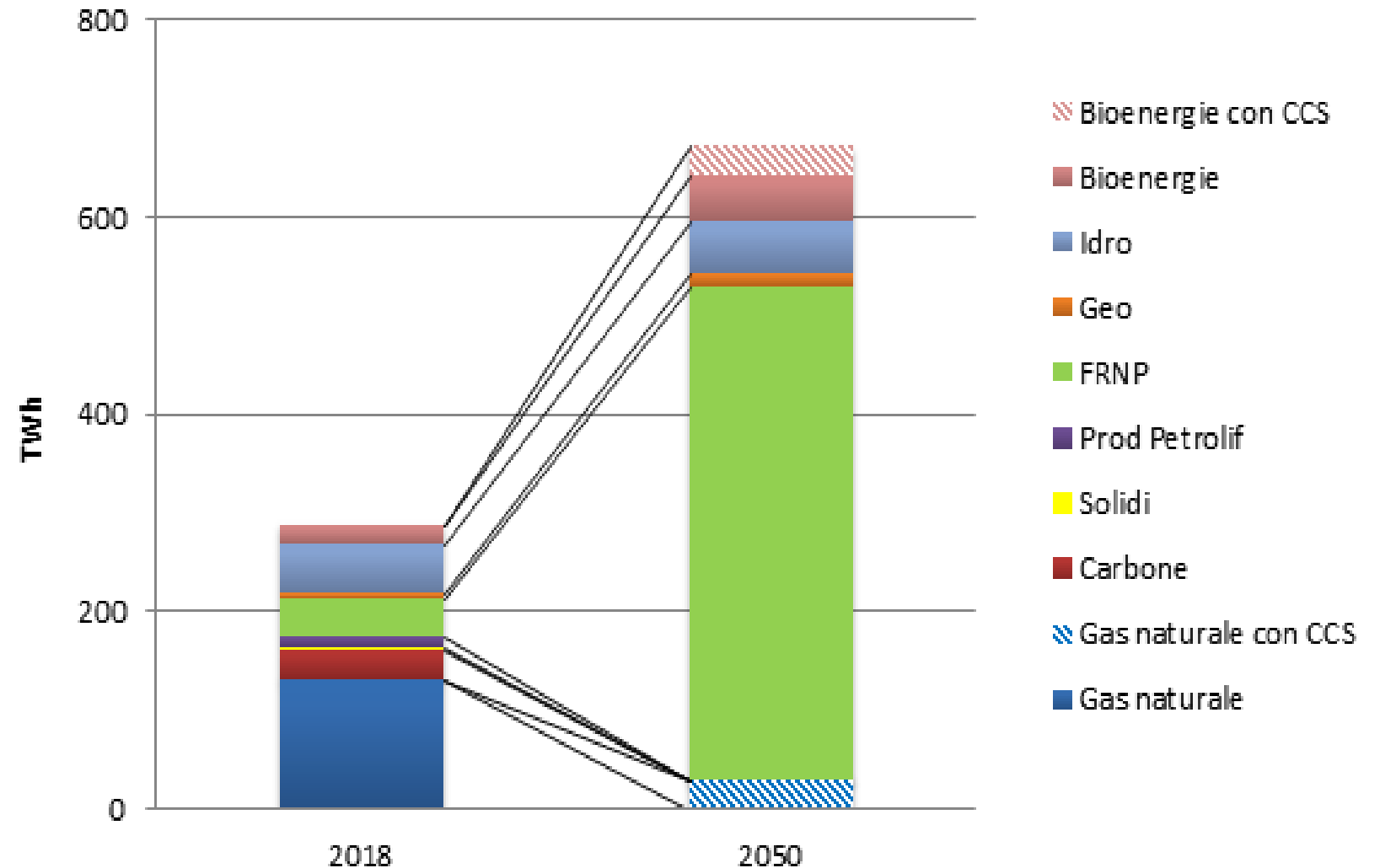
P2X ~ 160 ÷ 230 TWh



FV ~ 200 ÷ 275 GW

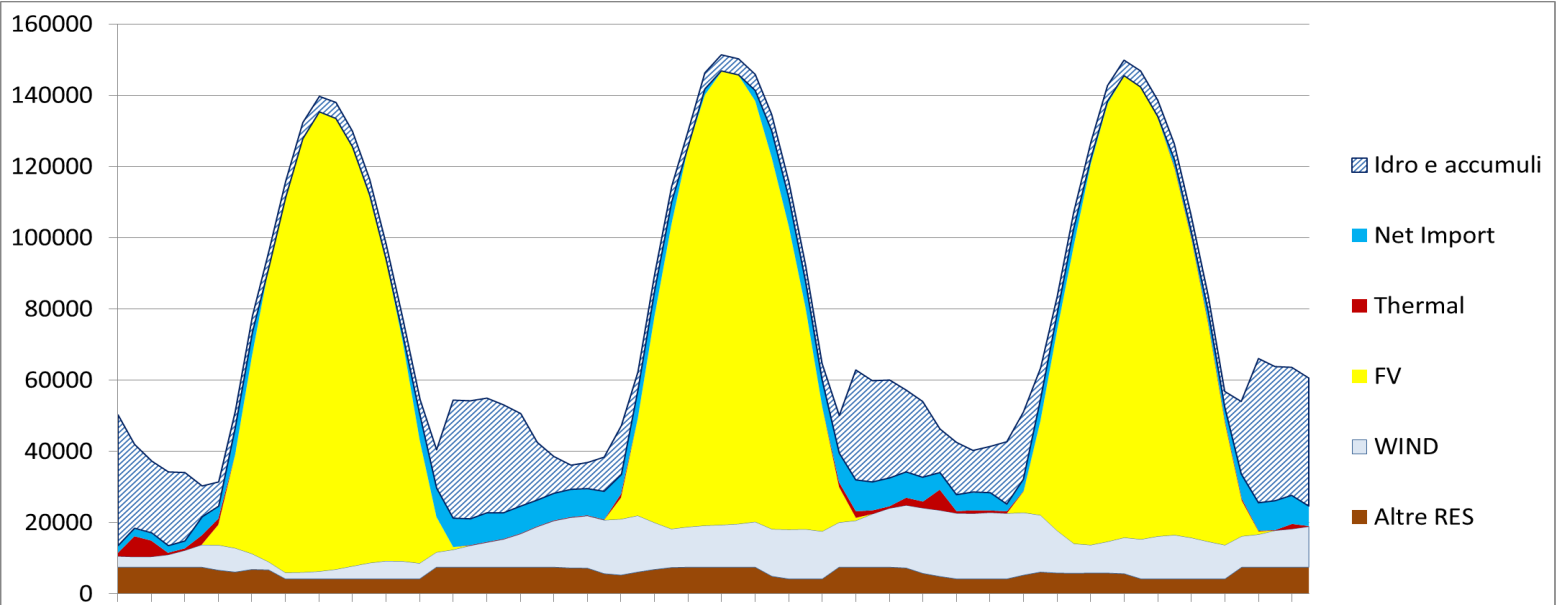


Eolico ~ 50 GW

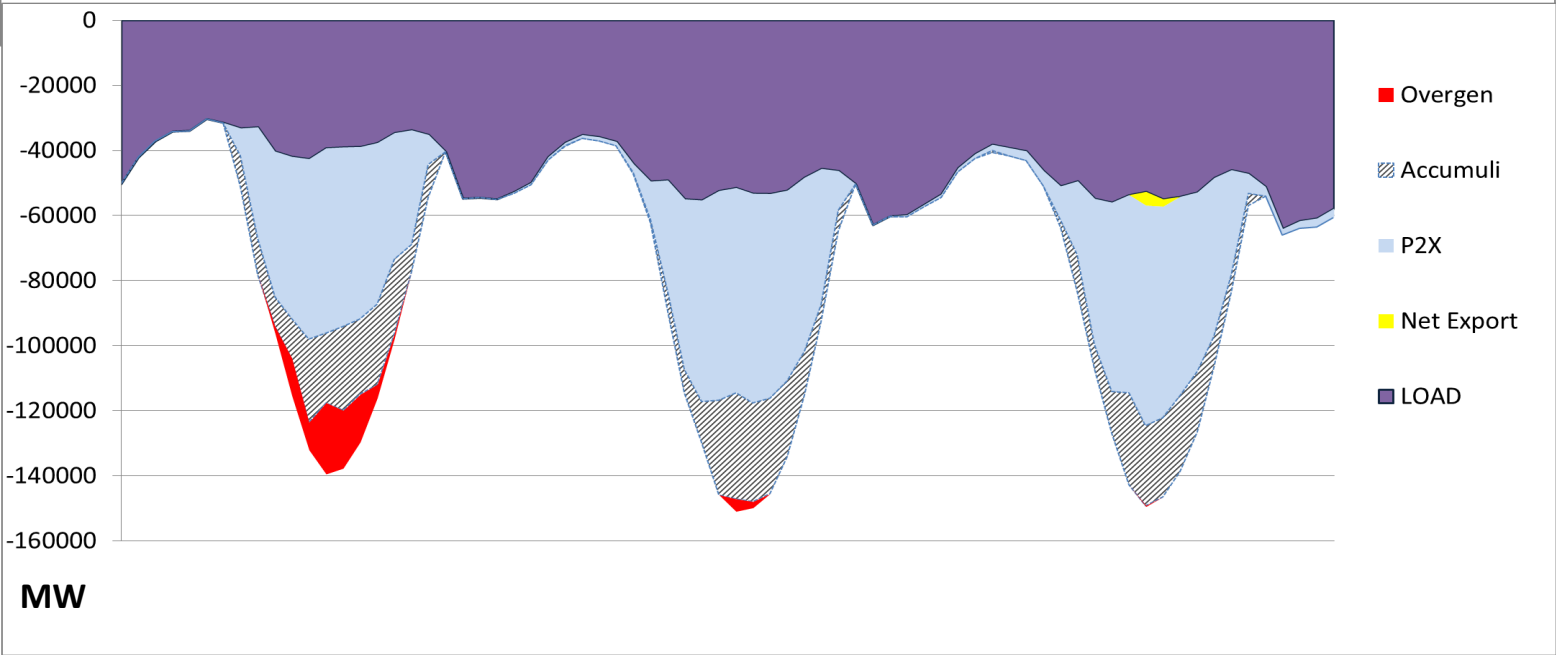


Alcuni giorni della primavera 2050 ...

Immissioni



Prelievi



MW

Strategia Nazionale Idrogeno

Strategia Nazionale Idrogeno - Domanda

Domanda attuale

Oggi, il consumo nazionale di idrogeno è poco meno di **1,5 Mtep**.

Il **95% dell'idrogeno utilizzato è grigio** (prodotto da combustibili fossili).

Il **75%** viene impiegato nelle raffinerie principalmente per raffinare il petrolio greggio e migliorare il greggio più pesante.

Il **20%** circa viene utilizzato nel settore chimico per la produzione di ammoniaca e fertilizzanti.

Il restante **5%** per molteplici usi come l'idrogenazione degli oli alimentari, ecc.

Domanda futura

Industria

- Siderurgia e trasformazione dell'acciaio
- Vetro
- Ceramica
- Feedstock (raffinerie e chimica)

Uso destinato a crescere verso il 2050

- Fonderie (acciaio, ghisa e metalli non ferrosi)
- Cemento
- Carta

Uso possibile di idrogeno, sebbene di minor rilevanza (anche per un maggior ricorso a elettrificazione e altri combustibili low-carbon)

Trasporti pesanti, navali e aerei

Utilizzo dell'idrogeno e suoi derivati (e-fuel) in combinazione con bio-carburanti

Uso destinato a crescere verso il 2050

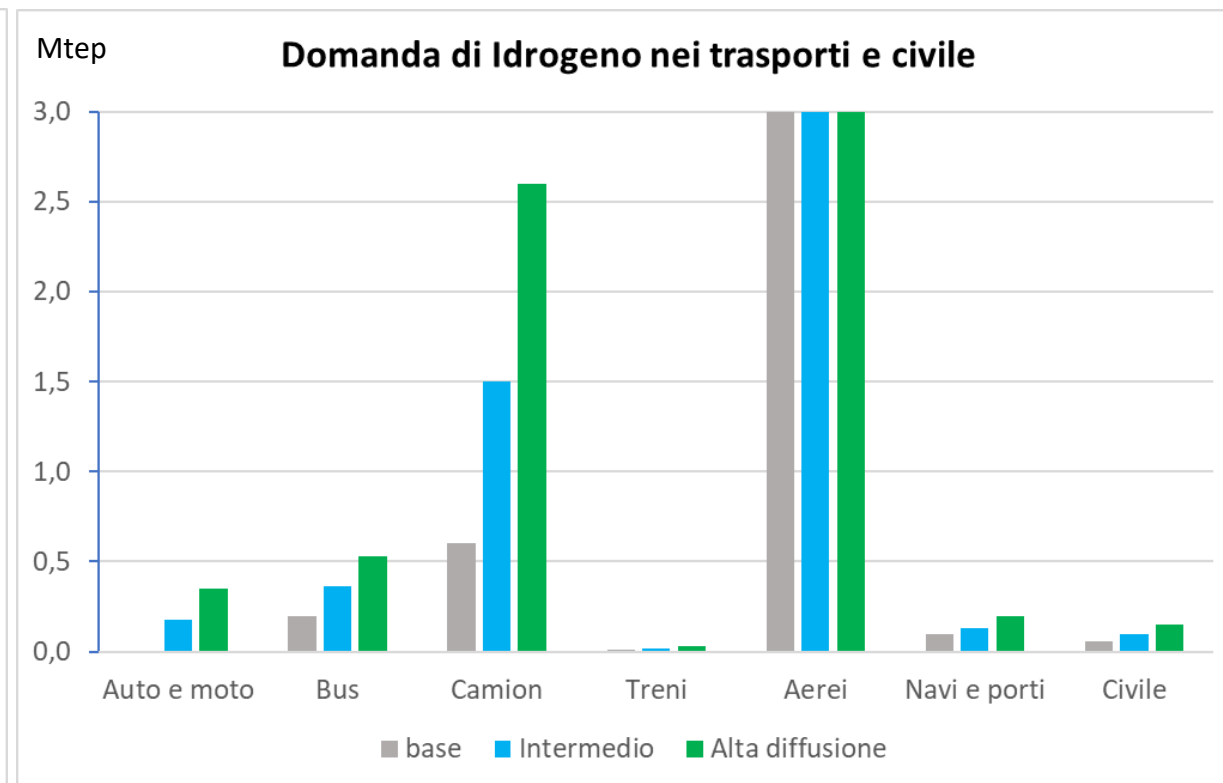
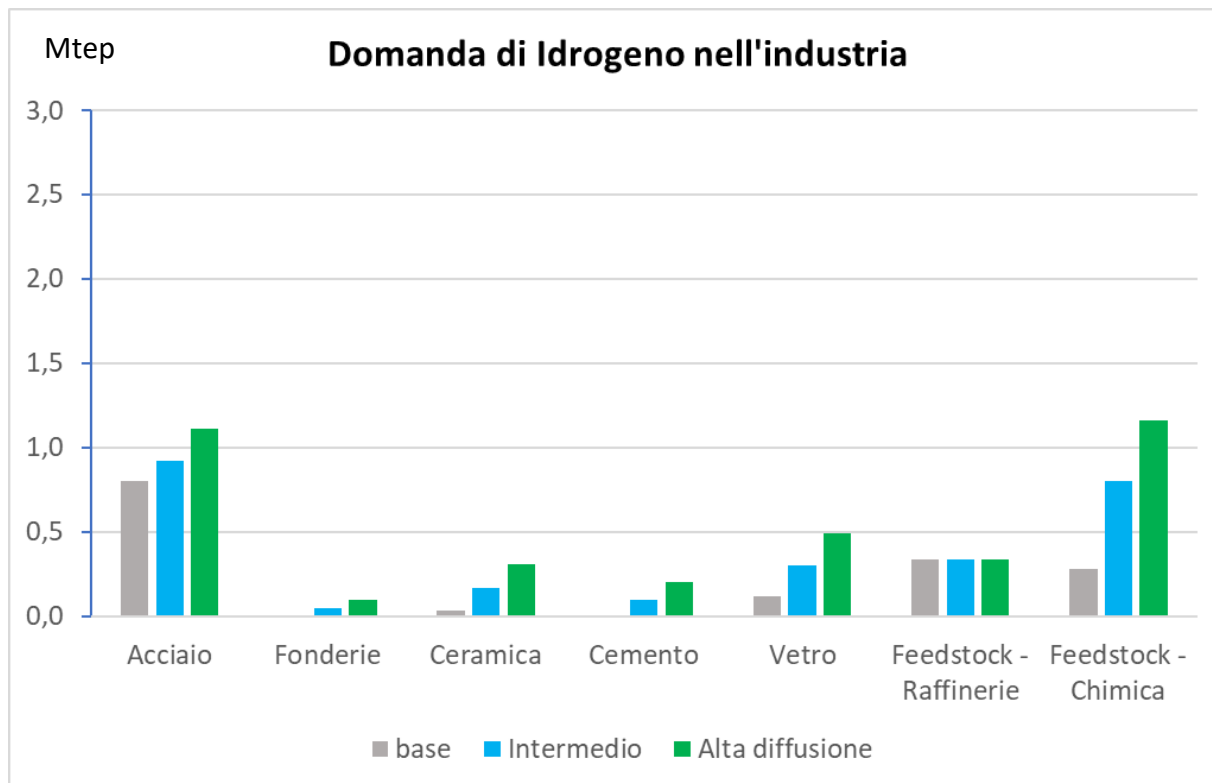
Le tecnologie attualmente utilizzate sono lo Steam Methane Reforming (SMR) e la gassificazione dei distillati pesanti. In futuro la produzione evolverà verso elettrolisi da FER e altre tecnologie da rinnovabili, oltre a cattura e sequestro della CO₂ (così come, d'altro canto, si avrà una progressiva elettrificazione di numerosi processi)

Strategia Nazionale Idrogeno - Domanda

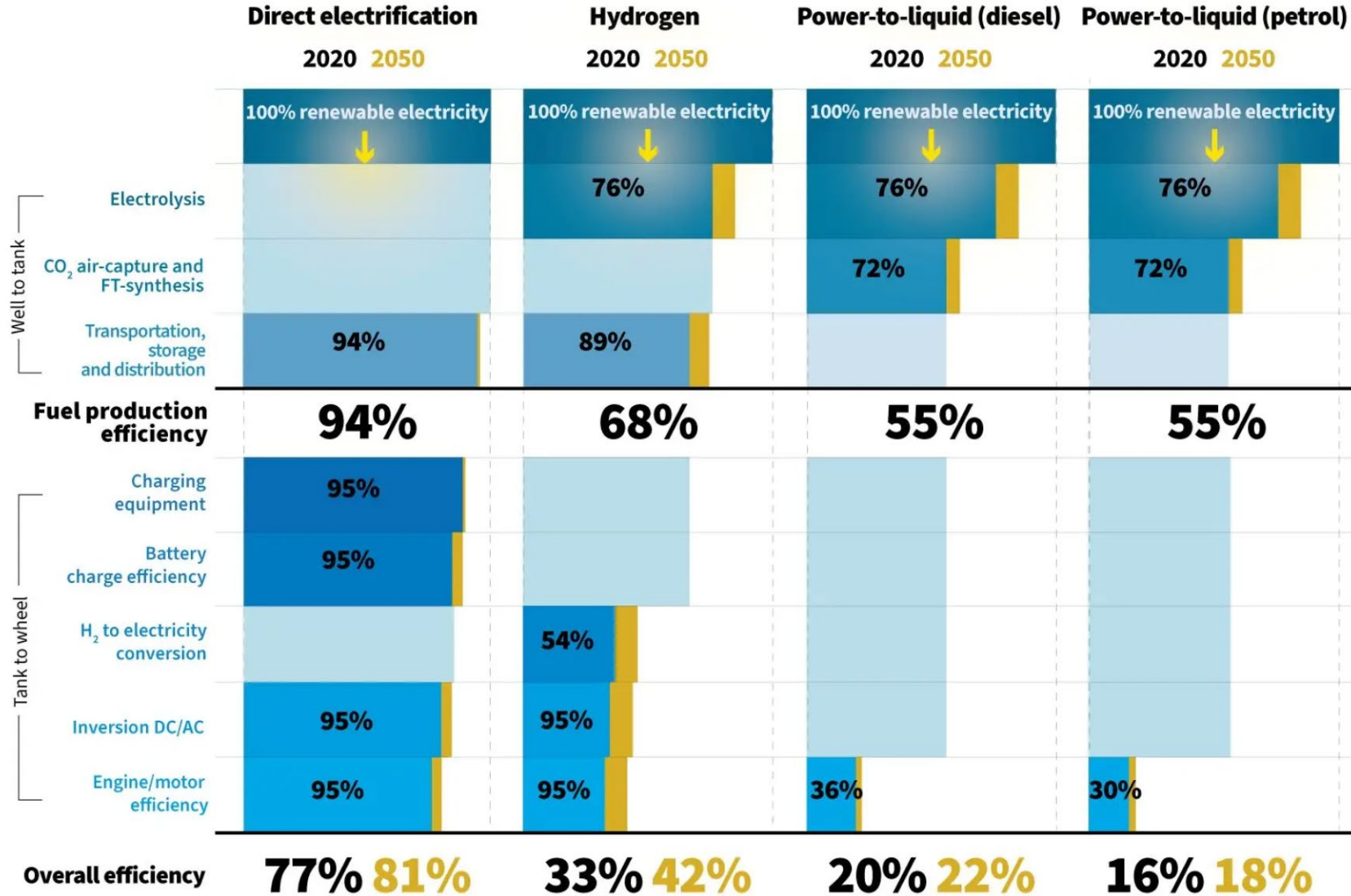
Nel quadro di una **articolata strategia di decarbonizzazione verso il 2050**, molti sono i fattori in gioco che possono influenzare il contributo relativo, in ciascuno specifico settore, di diverse opzioni di decarbonizzazione (veicolo elettrico, biometano, biofuels, idrogeno, CCS, etc.).

Valutati quindi 3 scenari di consumo a lungo termine, a partire da 0,7 Mtep (0,24 Mton) dello scenario PNIEC 2030:

- «**base**», che conduce a consumi finali di idrogeno pari a **5,54 Mtep (1,9 Mton)**
- «**intermedio**», che conduce a consumi finali di idrogeno pari a **7,97 Mtep (2,8 Mton)**
- «**alta diffusione**», che conduce a consumi finali di idrogeno pari a **10,57 Mtep (3,7 Mton)**



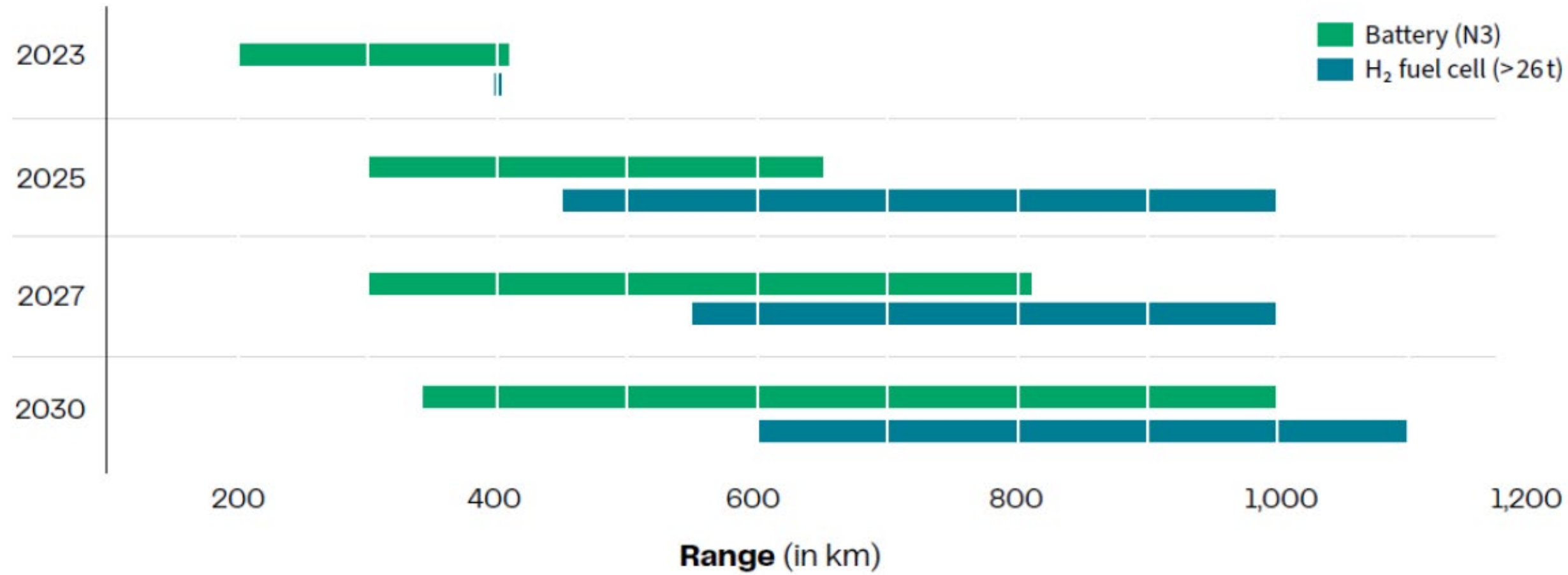
Cars: direct electrification most efficient by far



Notes: To be understood as approximate mean values taking into account different production methods. Hydrogen includes onboard fuel compression. Excluding mechanical losses.

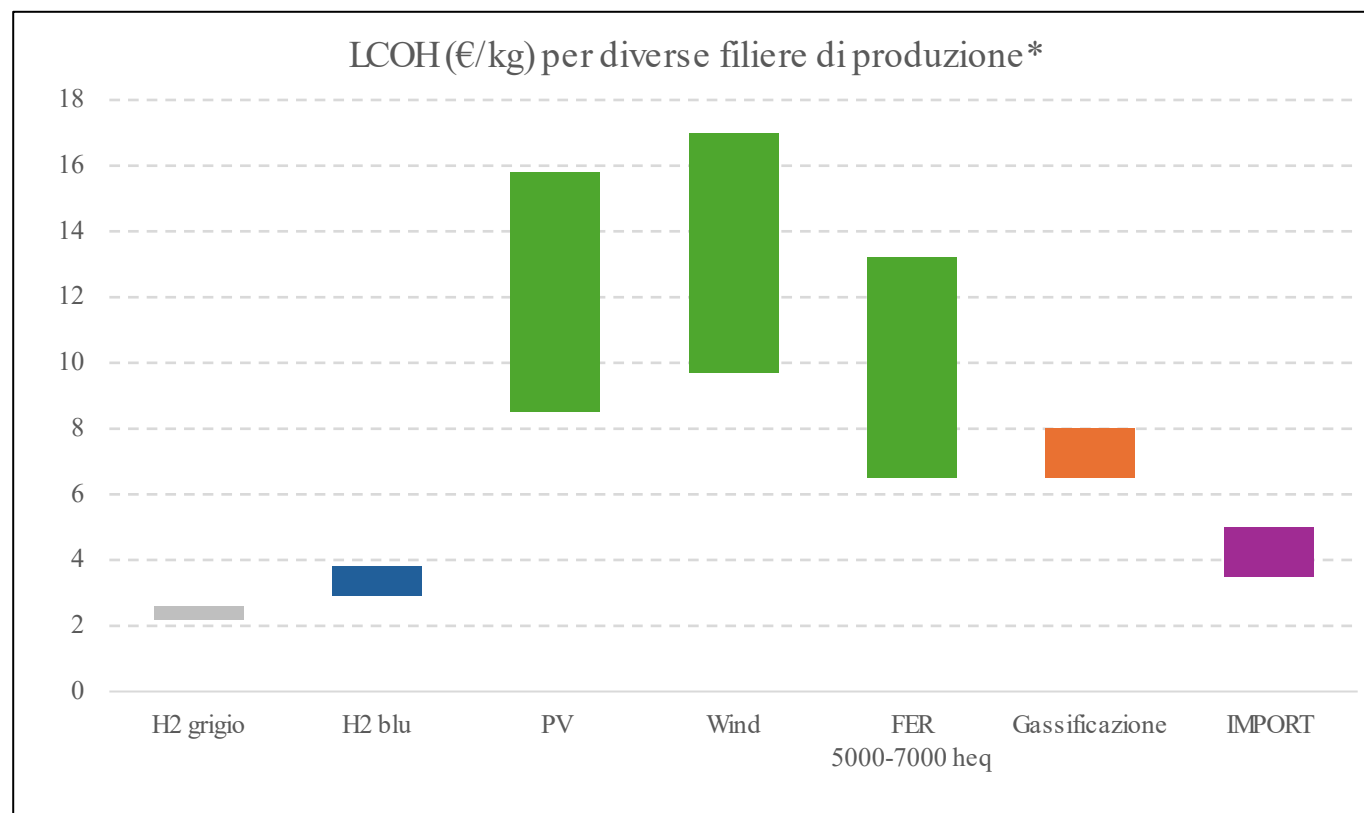
Manufacturers have announced increasing ranges of heavy-duty vehicles

500 km range will be available 2025



Strategia Nazionale Idrogeno - Offerta - Tipologie e costi

L'idrogeno rinnovabile elettrolitico sconta, ad oggi, una bassa maturità tecnologica ed economie di scala ancora da raggiungere, nonché prezzi mediamente elevati dell'energia elettrica.

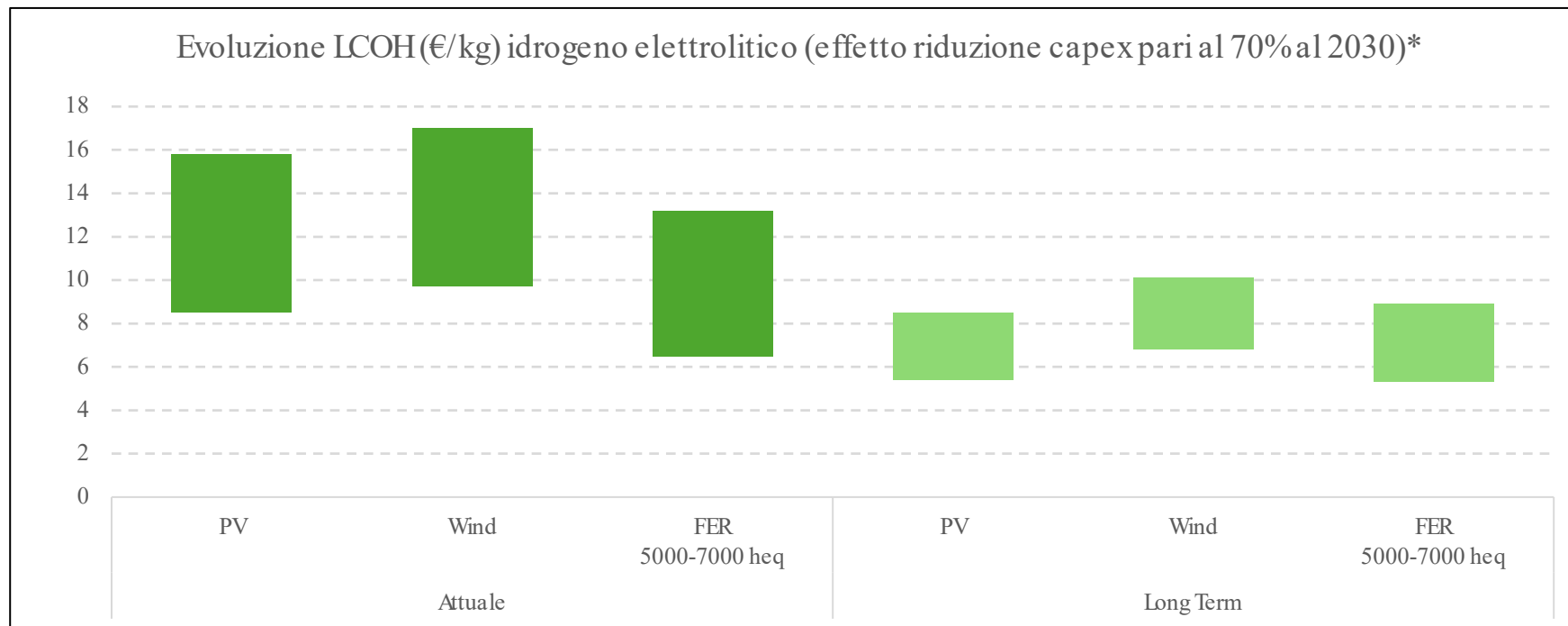


*Alcune assunzioni: potenza elettrolizzatore 1-50 MW; potenza PV pari a 3 volte la potenza dell'elettrolizzatore; potenza Wind pari a 2 volte la potenza dell'elettrolizzatore; PPA variabile tra 5.000 e 7.000 h, prezzo PPA variabile tra 70 e 110 €/MWh

Offerta – Prospettive di costo dell'idrogeno elettrolitico

Nel report “Global Hydrogen Review 2023”, l’IEA afferma una sostanziale prospettiva di **riduzione** dei **capex** degli elettrolizzatori nei prossimi anni (pari al **70% al 2030**), grazie allo sviluppo del mercato e delle tecnologie che porterà benefici in termini di economie di scala e ottimizzazione dei sistemi.

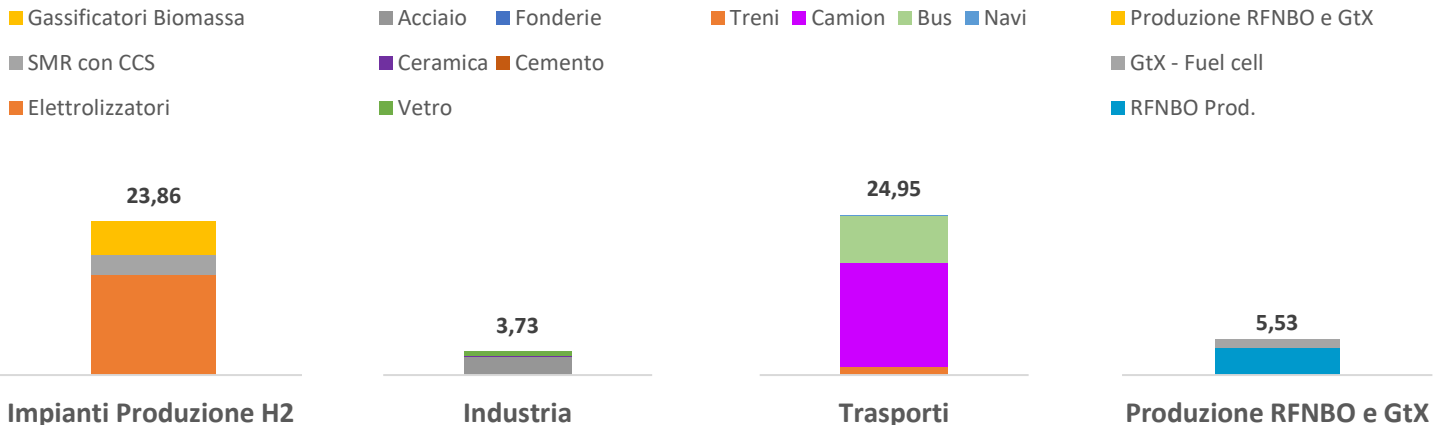
Il **costo dell'idrogeno elettrolitico**, per effetto della riduzione dei capex degli elettrolizzatori e dell’aumento della loro efficienza, potrà scendere a **valori inferiori ai 6 €/kg**. Inoltre, la riduzione dei costi delle rinnovabili elettriche, anche per le frequenti sovrapproduzioni, e il possibile utilizzo di energia nucleare potranno rendere l'idrogeno a basse emissioni maggiormente competitivo rispetto alle alternative.



*Alcune assunzioni: potenza elettrolizzatore 1-50 MW; potenza PV pari a 3 volte la potenza dell’elettrolizzatore; potenza Wind pari a 2 volte la potenza dell’elettrolizzatore; PPA variabile tra 5.000 e 7.000 h, prezzo PPA variabile tra 70 e 110 €/MWh

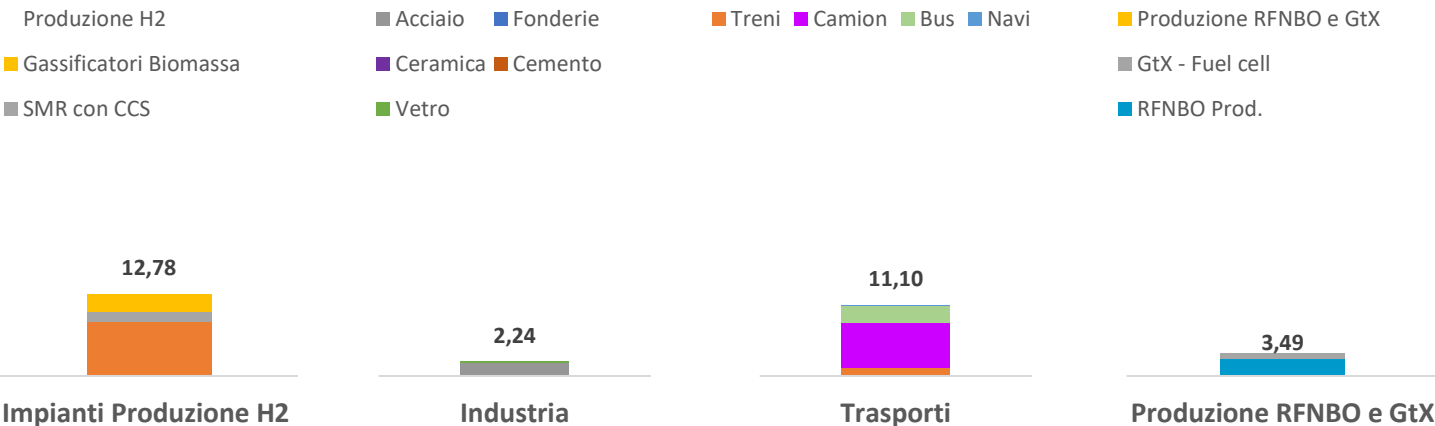
Prima stima investimenti per produzione e consumo di H₂

Stima investimenti per produzione e consumo di H₂ – scenario «alta diffusione» (€ mld)



Totale scenario
«alta diffusione»
58 €mld

Stima investimenti per produzione e consumo di H₂ – scenario «base» (€ mld)



Totale scenario
«base»
30 €mld

Industria

- Sostegno a progetti pilota per lo scaling up
- Sostegno alla filiera per transizione industriale
- Sostegno all'acquisto di apparecchiature H2 ready nei processi produttivi
- Implementazione meccanismi competitivi di approvvigionamento
- Creazione di una domanda vincolata per H2 rinnovabile e Low carbon

Breve termine

Breve termine

Breve termine

Medio termine

Medio/lungo termine



Trasporti

- Infrastrutturazione dei porti
- Logistica intra-aeroportuale
- Sostegno alla filiera industriale per la realizzazione delle tecnologie ad idrogeno e dei mezzi di trasporto
- Piano di sviluppo di una rete di stazioni di rifornimento per l'idrogeno in linea con le previsioni della direttiva AFIR
- Sostegno all'utilizzo di idrogeno nel trasporto aereo

Breve termine

Breve termine

Breve/medio termine

Medio/lungo termine

Medio/lungo termine



Misure – Produzione, importazione, infrastrutture

Produzione

- Valorizzazione e rafforzamento delle Hydrogen valleys anche in aree portuali e aeroportuali
- Incentivo alla produzione di idrogeno rinnovabile di origine non biologica (RFNBO) e biologica
- Sostegno dello scale-up delle iniziative a livello nazionale
- Promozione di iniziative di sector coupling
- Sviluppo di un ecosistema favorevole agli e-fuels

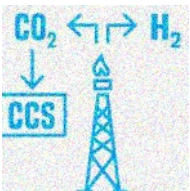
Breve termine

Breve termine

Medio termine

Medio termine

Medio termine



Importazione, trasporto e infrastrutture

- Introduzione di un meccanismo “competition based” per l’importazione di idrogeno verde e dei suoi derivati
- Sviluppo di un sistema di certificazione adeguato
- Sviluppo del Southern Hydrogen Corridor
- Valorizzazione del ruolo dei porti, convertendoli a nuovi hub per le FER
- Uso di idrogeno in hub logistici, porti, interporti e aeroporti

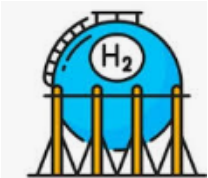
Breve termine

Breve termine

Breve/medio termine

Medio/lungo termine

Medio/lungo termine

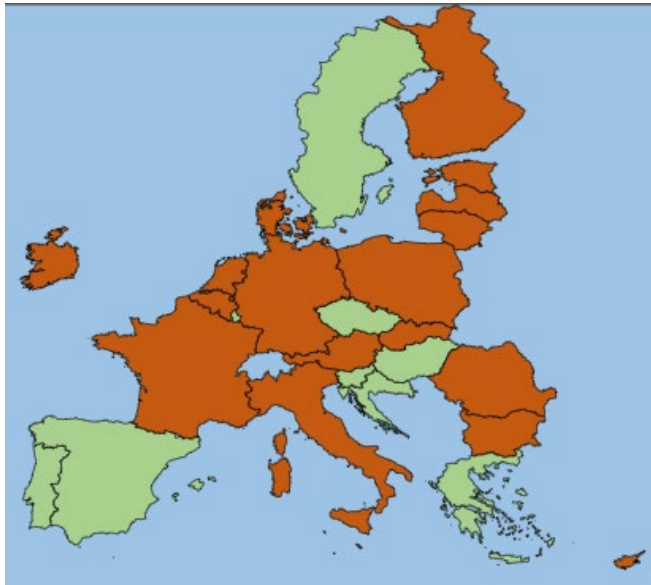


Strategia Nazionale Idrogeno - Alcuni messaggi

- Confermata la necessità di ricorrere anche al vettore idrogeno in una strategia complessa di progressiva decarbonizzazione, che ha vari strumenti (efficienza, rinnovabili, CCUS, nucleare, etc).
- Opportuno sviluppare sia l'idrogeno elettrolitico, sia altre tipologie di idrogeno da rinnovabili o low carbon, al fine di ampliare le possibilità di contribuire alla strategia di decarbonizzazione.
- I costi associati al vettore idrogeno sono oggi elevati, ma con interessanti prospettive di riduzione. L'avvicinamento alla competitività necessita di sussidi nelle prime fasi, offrendo però spazio a investimenti, crescita di know how e di occupazione.
- Opportuno cogliere anche le possibilità offerte da un mercato internazionale dell'idrogeno, sia in importazione, sia in esportazione o quantomeno vettoriamento.
- Necessarie infrastrutture di trasporto a media e grande distanza (pipeline, trasporto su nave).

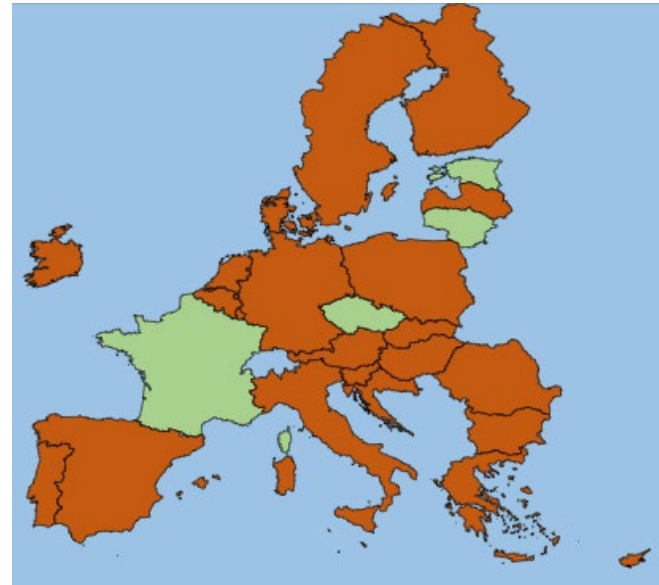
Risultati dei PNIEC draft presentati nel 2023

NON raggiungono gli obiettivi **ESR**



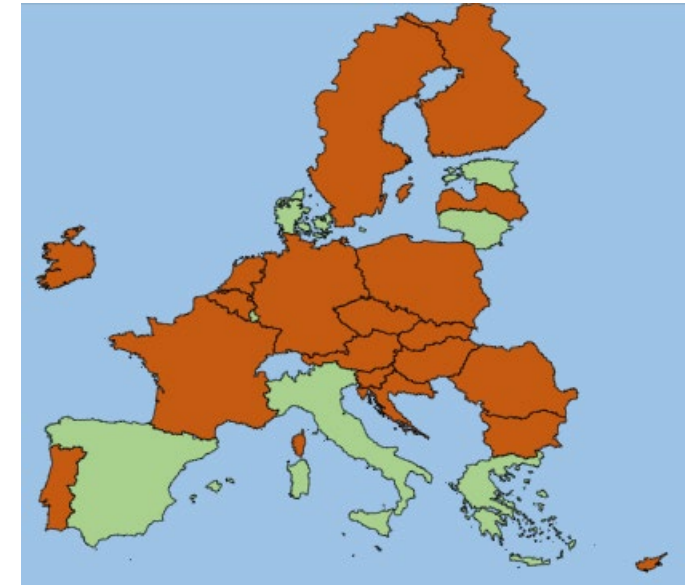
es. Germania: **-34,6%** vs -50%

NON raggiungono gli obiettivi **Efficienza Energetica**



es. Polonia: **67,0** vs 57.7 Mtep

NON raggiungono gli obiettivi **FER**



es. Francia: **33%** vs 44%

Risultati dei PNIEC draft presentati nel 2023

- ❖ **nessuno** stato membro prevedeva di raggiungere **tutti e tre** gli obiettivi al 2030
- ❖ **18** stati membri non prevedevano di raggiungere **l'obiettivo emissivo ESR**
- ❖ **23** stati membri non prevedevano di raggiungere **l'obiettivo efficienza energetica**
- ❖ **20** stati membri non prevedevano di raggiungere **l'obiettivo FER**
- ❖ **13** stati membri prevedevano di non raggiungere **nessuno dei tre obiettivi**
- ❖ **8** stati membri prevedevano di non raggiungere **due dei tre obiettivi**
- ❖ **6** stati membri prevedevano di non raggiungere **uno dei tre obiettivi**

... il raggiungimento di un obiettivo è peraltro un'aspettativa che può non realizzarsi ...



Thank you for your attention

Michele Benini

michele.benini@rse-web.it



POLITECNICO
MILANO 1863

CONFERENZA

Scenari climatici tra decarbonizzazione spinta e punti di
non ritorno

2 Dicembre 2024 presso il Politecnico di Milano



**“Il Piano di Mitigazione del Politecnico di Milano: elementi di contesto,
aspetti metodologici e possibili scenari”**

Relatrici: Giulia Cavenago (DICA) e Eleonora Perotto (SSA)

Redazione PdM a cura di : Paola Baglione, Filippo Bovera, Francesco Cavazzana, Giulia Cavenago, Greta De Vecchi, Jacopo Famiglietti, Mario Grosso, Giulia Guidicini, Mario Motta, Alessandro Perego, Eleonora Perotto, Samuel Tolentino

Il Progetto CO₂ PoliMi in sintesi (1)

Avviato nel 2015 per volere della Direzione Generale, il progetto «**Stima emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano**» è coordinato dal Servizio Sostenibilità Ambientale con il supporto scientifico del DICA (e dal 2023 anche del DENG).

ATTIVITA' PRINCIPALI (2015-2022):

- **definizione approccio metodologico**: inclusivo e partecipativo (coinvolgimento anche di studenti – realizzate svariate tesi di laurea);
- **identificazione processi raccolta dati**: trasversale alle strutture PoliMI;
- **definizione metodologia di calcolo per la quantificazione delle emissioni di CO₂** (condivisa nell'ambito del GdL Cambiamenti Climatici della RUS (coordinato dalla sua nascita – 2017 – al 2023 da PoliMI) e validata con il coinvolgimento di talune pertinenti funzioni PoliMI (in primis: CE, EM, MM));
- **identificazione scenari emissivi e definizione obiettivi di riduzione** (a cura della governance, sentiti CE, EM, MM)
- **definizione struttura e contenuti inventari e Piano di Mitigazione (PdM) e successiva realizzazione e redazione da parte del SSA con supporto DICA** (condivisione metodologia redazione PdM con GdL CC);
- **validazione dei documenti da parte del DICA**;
- **adozione PdM da parte degli Organi di Ateneo nel 2019**;
- **utilizzo dati inventario e obiettivi di riduzione per la stesura di altri documenti** concernenti l'ambito della sostenibilità (in primis: bilancio di sostenibilità ambientale, schede ranking GM, Report THE IMPACT...)
- **realizzazione eventi di divulgazione dei risultati** (per approfondimenti: sito CSCS e GdL CC RUS)
- **realizzazione di una pubblicazione per Ingegneria dell'ambiente** (disponibile sul sito del GdL CC RUS).

ATTIVITÀ PRINCIPALI (2023-2024):

- **conferma approccio metodologico**: inclusivo e partecipativo;
- **ampliamento processi per la raccolta dati** (di natura trasversale alle strutture PoliMI);
- **revisione metodologia di calcolo per la quantificazione delle emissioni di CO₂** (non ancora condivisa nell'ambito del GdL CC della RUS con coinvolgimento di talune pertinenti funzioni PoliMI (in primis: CE, EM, MM));
- **identificazione nuovi scenari emissivi e revisione obiettivi di riduzione da parte della governance** (in primis, Vicerettore Sviluppo sostenibile e Impatto e Direttore Generale), in linea con quanto riportato nel Piano Strategico di sostenibilità 2023-2027 di Ateneo, sentite le pertinenti funzioni PoliMI (CE, EM, MM);
- **conferma struttura inventari e successiva realizzazione da parte del SSA** (2023 in corso);
- **validazione degli inventari da parte del DICA**;
- **modifica struttura e approccio metodologico redazione Piano di Mitigazione (PdM) e redazione congiunta a cura di SSA, DICA e DENG** (non ancora condivisa nell'ambito del GdL Cambiamenti Climatici della RUS);
- **validazione del PdM a cura di DICA e DENG**;
- **approvazione del PdM da parte degli Organi di Ateneo nel 2024**;
- **utilizzo dati di inventario e obiettivi di riduzione per la stesura di altri documenti** concernenti l'ambito della sostenibilità (in primis: bilancio di sostenibilità, schede ranking GM, Report THE IMPACT...);
- **Istituzione di un gruppo di lavoro per la redazione di una prima bozza di un Piano di Adattamento** (in corso).



Cos'è il Piano di Mitigazione (PdM)?



→ un documento con il quale l'Ateneo descrive le azioni che ha messo in atto e che prevede (o suggerisce) di implementare, per **ridurre le proprie emissioni di CO₂** e avere un ruolo attivo nel contrasto al Cambiamento Climatico.

Nel **febbraio 2019** è stata adottata con Deliberazione del Senato accademico e del CdA la **prima edizione del “Piano di Mitigazione delle emissioni di CO₂” (PdM, 2019)**.



<https://www.campus-sostenibile.polimi.it/cambiamenti-climatici/piano-di-mitigazione-e-obiettivi-di-riduzione-delle-emissioni-di-co2/>

Nel **luglio 2024** è stata approvata con Deliberazione del Senato accademico e del CdA la **seconda edizione del “Piano di Mitigazione delle emissioni di CO₂” (PdM, 2024)**.



<https://www.polimi.it/il-politecnico/chi-siamo/documenti-strategici/piano-di-mitigazione-delle-emissioni-co2>





Cosa prevede il Piano di Mitigazione (PdM) 2024



È stato definito lo stato di avanzamento delle attività previste nel PdM 2019 al 31/12/2022.

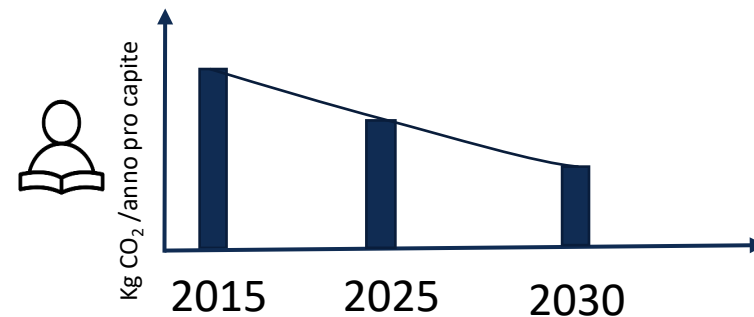
Sono stati approfonditi gli aspetti metodologici per la stima delle riduzioni e considerati ulteriori interventi oltre ai precedenti.

Sono stati considerati 11 tipi di interventi nel settore dell'energia e 24 nel settore trasporti (solo per alcuni interventi è stato possibile quantificare il potenziale di riduzione e il correlato investimento).

Gli impegni di riduzione delle emissioni di CO₂ pro capite dell'Ateneo, in linea con quelli previsti dal Piano Strategico di Sostenibilità 2024, sono riportati nel seguito:

- **-25% nel 2025** (invariato rispetto al PdM 2019)
- **-50% nel 2030** (incrementato rispetto al 35% del PdM 2019)
- **«Net zero di CO₂» al 2040** (nuovo rispetto al 2019)

sempre rispetto all'anno di riferimento (baseline) 2015.



**NB: definiti obiettivi
annuali intermedi**

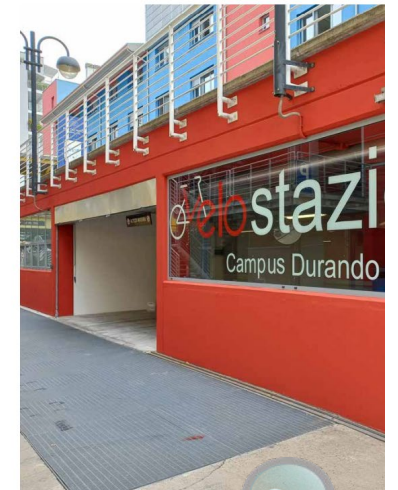
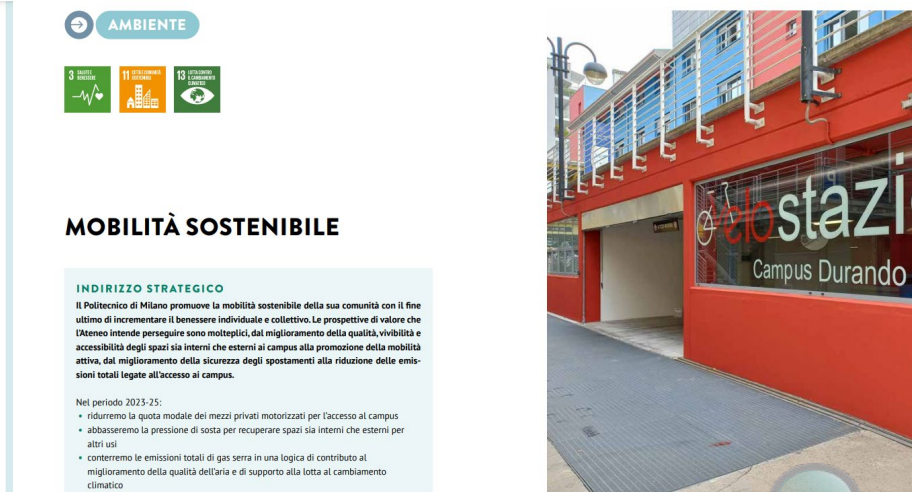
L'inventario delle emissioni di CO₂ considerato ai fini della redazione PdM 2024 è riferito all'anno di rendicontazione 2022.

Piano di Mitigazione 2024 e Piano Strategico di Sostenibilità



Scopo del PdM:

- dare una base scientifica alle **politiche di sviluppo sostenibile di Ateneo** previste dal **Piano Strategico di Sostenibilità 2023-2025 (PSS-2024)**;
- **supportare gli Organi di governo per l'assunzione di impegni formali di riduzione delle emissioni di CO₂ dell'Ateneo, a breve e a lungo termine, e impostare una strategia di decarbonizzazione.**



<https://www.polimi.it/il-politecnico/chiamo/documenti-strategici/piano-strategico-di-sostenibilita>



Il PdM e il PSS si coordinano con:

- il **PSCU – Piano Spostamenti Casa Università (edizione 2024)**;
- il «Piano di adattamento ai cambiamenti climatici» (in fase di redazione).



PSS - PdM 2024 (1)

AMBIENTE



ENERGIA E DECARBONIZZAZIONE

INDIRIZZO STRATEGICO

Il Politecnico di Milano promuove politiche e soluzioni energetiche responsabili che adottino le tecnologie più avanzate per l'efficienza energetica, con l'obiettivo di ridurre i consumi di energia primaria fossile e con essi le emissioni di gas climalteranti.

Nel periodo 2023-25:

- ridurremo i consumi di energia primaria dell'Azenea, anche tramite l'adozione di buone pratiche gestionali e comportamentali
- garantiremo che l'energia consumata venga prodotta sfruttando il più possibile fonti rinnovabili
- coinvolgeremo la comunità politecnica, i cittadini e gli attori istituzionali che agiscono sul territorio diventando un moltiplicatore di impatto nel percorso verso la decarbonizzazione



OBIETTIVI	TARGET	AZIONI
Efficienza energetica	-30% consumi energetici	• Controllo della temperatura - Miglioramento della regolazione di impianti di riscaldamento e raffrescamento attraverso l'installazione di controllori/termostati ambientali • Illuminazione - Sostituzione di almeno 7.000 corpi illuminanti all'anno con sistemi LED • Modelli di comportamento - Sviluppo di linee guida e iniziative di sensibilizzazione per ridurre i consumi a partire dai comportamenti individuali
Generazione e utilizzo di energia rinnovabile	15% dell'energia elettrica acquistata con garanzia di provenienza da fonti rinnovabili +5 MW potenza installata di fotovoltaico Almeno 3 CER attivate	• Generazione di energia da fotovoltaico - Installazione di impianti fotovoltaici pari a 1,7 MW in media all'anno • Acquisto di energia elettrica rinnovabile - Stipula di PPA (Power Purchase Agreement) per l'approvvigionamento di energia elettrica rinnovabile per almeno 10 GWh/anno • Comunità energetiche - Creazione di almeno tre comunità energetiche rinnovabili (CER) attraverso il coinvolgimento di attori pubblici e privati • Pompe di calore - Sostituzione di sistemi di generazione a gas con sistema a pompa di calore con acqua di falda per Campus La Masa/Lambruschini
Riduzione delle emissioni di gas serra	-25% entro il 2025 vs 2015 -50% entro il 2030 vs 2015 Net zero entro il 2040	A questo obiettivo concorrono tutte le azioni sui temi di energia (riduzione consumi e transizione energetica), mobilità ed edilizia sostenibile raccolte all'interno del Piano

Sfera tecnica-tecnologica e comportamentale





PSS - PdM 2024 (2)

AMBIENTE



ENERGIA E DECARBONIZZAZIONE

INDIRIZZO STRATEGICO

Il Politecnico di Milano promuove politiche e soluzioni energetiche responsabili che adottino le tecnologie più avanzate per l'efficienza energetica, con l'obiettivo di ridurre i consumi di energia primaria fossile e con essi le emissioni di gas climalteranti.

Nel periodo 2023-25:

- ridurremo i consumi di energia primaria dell'Azeo, anche tramite l'adozione di buone pratiche gestionali e comportamentali
- garantiremo che l'energia consumata venga prodotta sfruttando il più possibile fonti rinnovabili
- coinvolgeremo la comunità politecnica, i cittadini e gli attori istituzionali che agiscono sul territorio diventando un moltiplicatore di impatto nel percorso verso la decarbonizzazione



OBIETTIVI

Efficienza energetica



TARGET

-30% consumi energetici

15% dell'energia elettrica acquistata con garanzia di provenienza da fonti



AZIONI

Sfera tecnica-tecnologica e comportamentale

- **Controllo della temperatura** - Miglioramento della regolazione di impianti di riscaldamento e raffrescamento attraverso l'installazione di controllori/termostati ambientali
- **Illuminazione** - Sostituzione di almeno 7.000 corpi illuminanti all'anno con sistemi LED
- **Modelli di comportamento** - Sviluppo di linee guida e iniziative di sensibilizzazione per ridurre i consumi a partire dai comportamenti individuali

- **Generazione di energia da fotovoltaico** - Installazione di impianti fotovoltaici pari a 1,7 MW in media all'anno

- **Acquisto di energia elettrica rinnovabile** - Stipula di DPA (Power Purchase Agreement) per



OBIETTIVI

Riduzione delle emissioni di gas serra



TARGET

-25% entro il 2025 vs 2015

-50% entro il 2030 vs 2015

Net zero entro il 2040





PSS - PdM 2024 (3)

AMBIENTE



GLI OBIETTIVI E LE AZIONI

MOBILITÀ SOSTENIBILE

INDIRIZZO STRATEGICO

Il Politecnico di Milano promuove la mobilità sostenibile della sua comunità con il fine ultimo di incrementare il benessere individuale e collettivo. Le prospettive di valore che l'Ateneo intende perseguire sono molteplici, dal miglioramento della qualità, vivibilità e accessibilità degli spazi sia interni che esterni al campus alla promozione della mobilità attiva, dal miglioramento della sicurezza degli spostamenti alla riduzione delle emissioni totali legate all'accesso ai campus.

Nel periodo 2023-25:

- ridurremo la quota modale dei mezzi privati motorizzati per l'accesso al campus
- abbasseremo la pressione di sosta per recuperare spazi sia interni che esterni per altri usi
- conterremo le emissioni totali di gas serra in una logica di contributo al miglioramento della qualità dell'aria e di supporto alla lotta al cambiamento climatico



OBIETTIVI

Quota modale dei mezzi privati motorizzati

Promozione della mobilità attiva

Emissioni di gas serra



TARGET

- 15% quota modale «mezzi privati motorizzati» per gli studenti
- 20% quota modale «mezzi privati motorizzati» per il personale

+10% di utenti che accedono ai campus in bicicletta

-15% emissioni per accesso ai campus



AZIONI

- Pedonalizzazione** - Pedonalizzazione del Campus Leonardo e di via Pascal
- Abbonamenti sovvenzionati** - Incremento dei fondi stanziati per l'acquisto di abbonamenti per tutta la popolazione e aumento degli utenti che usufruiscono delle convenzioni legate alla mobilità sostenibile
- Interazione con il territorio** - Dialogo con gli enti competenti per il monitoraggio della qualità ed affidabilità dei trasporti pubblici e possibilità di estensione delle piste ciclabili per raggiungere i campus dell'Ateneo
- Infrastrutture a supporto della mobilità attiva** - Investimento in spogliatoi con docce negli edifici del campus, colonnine di ricarica per bici elettriche, stalli bici e monopattini
- Sicurezza** - Sviluppo di una app con indicazione dei percorsi ciclabili di accesso ai campus e del relativo grado di sicurezza
- Sensibilizzazione e engagement** - Campagne di informazione, partecipazione e organizzazione di eventi per la promozione della mobilità attiva
- Smart working** - Interventi volti a coordinare il lavoro agile in logica di riduzione delle emissioni
- Punti di ricarica** - Incremento del 100% del numero di punti di ricarica per auto elettriche

PSCU Piano Spostamenti Casa Università

<https://www.polimi.it/il-politecnico/chi-siamo/documenti-strategici/piano-spostamenti-casa-lavoro-universita>



Sfera tecnica-tecnologica e comportamentale





PSS - PdM 2024 (4)

→ AMBIENTE



→ GLI OBIETTIVI E LE AZIONI

MOBILITÀ SOSTENIBILE

INDIRIZZO STRATEGICO

Il Politecnico di Milano promuove la mobilità sostenibile della sua comunità con il fine ultimo di incrementare il benessere individuale e collettivo. Le prospettive di valore che l'Ateneo intende perseguire sono molteplici, dal miglioramento della qualità, vivibilità e accessibilità degli spazi sia interni che esterni al campus alla promozione della mobilità attiva, dal miglioramento della sicurezza degli spostamenti alla riduzione delle emissioni totali legate all'accesso al campus.

Nel periodo 2023-25:

- ridurremo la quota modale dei mezzi privati motorizzati per l'accesso al campus
- abbasseremo la pressione di sosta per recuperare spazi sia interni che esterni per altri usi
- conteremo le emissioni totali di gas serra in una logica di contributo al miglioramento della qualità dell'aria e di supporto alla lotta al cambiamento climatico



OBIETTIVI

Quota modale dei mezzi privati motorizzati



TARGET

- 15% quota modale «mezzi privati motorizzati» per gli studenti
- 20% quota modale «mezzi privati motorizzati» per il personale



AZIONI

- **Pedonalizzazione** - Pedonalizzazione del Campus Leonardo e di via Pascal
- **Abbonamenti sovvenzionati** - Incremento dei fondi stanziati per l'acquisto di abbonamenti per tutta la popolazione e aumento degli utenti che usufruiscono delle convenzioni legate alla mobilità sostenibile
- **Interazione con il territorio** - Dialogo con gli enti competenti per il monitoraggio della qualità ed affidabilità dei trasporti pubblici e possibilità di estensione delle piste ciclabili per raggiungere i campus dell'Ateneo

PSCU Piano Spostamenti Casa Università

<https://www.polimi.it/il-politecnico/chi-siamo/documenti-strategici/piano-spostamenti-casa-lavoro-universita>



Sfera tecnica-tecnologica e comportamentale



OBIETTIVI

Emissioni di gas serra



TARGET

-15% emissioni per accesso ai campus



PdM - PSS AGGIORNAMENTO – PARTE ENERGIA (1)

MEMO:

AMBIENTE



ENERGIA E DECARBONIZZAZIONE

INDIRIZZO STRATEGICO

Il Politecnico di Milano promuove politiche e soluzioni energetiche responsabili che adottino la tecnologia più avanzata per l'efficienza energetica, con l'obiettivo di ridurre i consumi di energia primaria fossile e con essi le emissioni di gas climalteranti.

- Nel periodo 2023-25:
- ridurremo i consumi di energia primaria dell'Aterno, anche tramite l'adozione di buone pratiche gestionali e comportamentali
 - garantiremo che l'energia consumata venga prodotta sfruttando il più possibile fonti rinnovabili
 - consegneremo la comunità politecnica, i cittadini e gli attori istituzionali che agiscono sul territorio diventando un moltiplicatore di impatto nel percorso verso la decarbonizzazione



POLITECNICO MILANO 1863



OBIETTIVI



TARGET AL 2025



AVANZAMENTO TARGET: FINE 2023



GIUDIZIO SU GRADO DI CONSEGUIMENTO

EFFICIENZA ENERGETICA

-30% consumi energetici

- 8% consumi di energia elettrica nel 2023 vs 2022
- 26% consumi di gas nel 2023 vs 2022



GENERAZIONE E UTILIZZO DI ENERGIA RINNOVABILE

15% dell'energia elettrica acquistata proveniente da fonti rinnovabili

- Analisi per l'acquisto di "Garanzie di Origine" da fonti rinnovabili



+5 MW potenza installata di fotovoltaico

- 100% completamento delle attività progettuali e +1,4 MW di potenza installata nel 2023



CER attivate in almeno 3 quartieri di Milano

- Avvio del procedimento per l'attivazione delle CER



RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂

-25% entro il 2025 vs 2015
-50% entro il 2030 vs 2015

- 24% emissioni pro capite legate a energia elettrica e gas nel 2023 vs 2015
- Emissioni pro capite legate alla mobilità in fase di misurazione (Survey Mobilità 2024)



RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂

-25% entro il 2025 vs 2015
-50% entro il 2030 vs 2015
Net zero entro il 2040

- 24% emissioni pro capite legate a energia elettrica e gas nel 2023 vs 2015
- Emissioni pro capite legate alla mobilità in fase di misurazione (Survey Mobilità 2024)
- Stima di riduzione attesa da Piano Spostamenti Casa-Università: -15% al 2025 vs 2015



PdM - PSS AGGIORNAMENTO – PARTE ENERGIA (2)

MEMO:

AMBIENTE



ENERGIA E DECARBONIZZAZIONE

INDIRIZZO STRATEGICO

Il Politecnico di Milano promuove politiche e soluzioni energetiche responsabili che adottino la tecnologia più avanzata per l'efficienza energetica, con l'obiettivo di ridurre i consumi di energia primaria fossile e con essi le emissioni di gas climalteranti.

- Nel periodo 2023-25:
- ridurremo i consumi di energia primaria dell'Ateneo, anche tramite l'adozione di buone pratiche gestionali e comportamentali
 - garantiremo che l'energia consumata venga prodotta sfruttando il più possibile fonti rinnovabili
 - consiglieremo la comunità politecnica, i cittadini e gli attori istituzionali che agiscono sul territorio diventando un moltiplicatore di impatto nel percorso verso la decarbonizzazione



RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂



A questo obiettivo concorrono tutte le azioni sui temi di energia (riduzione consumi e transizione energetica), mobilità ed edilizia sostenibile raccolte all'interno del Piano



Ricerca sui cambiamenti climatici – Ricognizione delle attività di ricerca in Ateneo sul tema

NOVITÀ

OBIETTIVI

AZIONI 2023-2025

ATTIVITÀ 2023

RISULTATI ATTIVITÀ 2023

EFFICIENZA ENERGETICA

Controllo della temperatura - Miglioramento della regolazione di impianti di riscaldamento e raffrescamento attraverso l'installazione di controllori/termostati ambientali

- Ristrutturazione dell'Edificio 4 nel Campus Leonardo con la realizzazione del nuovo impianto di **climatizzazione** con termostati e sensori ambientali per il controllo puntuale delle temperature e la telegestione, e sensori di presenza per il controllo dell'**illuminazione**
- Ristrutturazione delle aule** dell'Edificio 14 del Campus Bonardi

- Installazione di impianti di regolazione e controllo in 16 laboratori dipartimentali, 75 uffici dipartimentali, 20 aule

Illuminazione - Sostituzione di almeno 7.000 corpi illuminanti all'anno con sistemi LED

- Avvio della sostituzione del primo lotto di 6.800 corpi illuminanti con sistemi **LED**
- Completamento dei lavori del secondo lotto con la sostituzione di 1.489 apparecchi

- Sostituiti in totale 2.039 corpi illuminanti tra i due lotti

Modelli di comportamento - Sviluppo di linee guida e iniziative di sensibilizzazione per a i consumi a partire dai comportamenti individuali

- Istituzione di un **Cantiere della Sostenibilità** dedicato al Risparmio energetico, con anche un focus sui comportamenti dei singoli come utenti dei servizi energetici
- Invio di comunicazioni da parte della Direzione Generale per **sensibilizzare** al risparmio energetico, in vista di periodi di chiusura dell'Ateneo per festività e vacanze

- 11 proposte progettuali emerse dal Cantiere Risparmio energetico nel 2023, tra cui la realizzazione di vademecum di buon comportamento energetico

GENERAZIONE E UTILIZZO DI ENERGIA RINNOVABILE

Generazione di energia da fotovoltaico - Installazione di impianti fotovoltaici pari a 1,7 MW in media all'anno

- Completamento della progettazione e **avvio dell'installazione degli impianti** sui campus di Milano Città Studi e Bovisà
- Aggiunta di installazioni non inizialmente previste presso alcune Residenze e il Polo di Lecco

- 1.420 kW in esercizio, pari al 97% del previsto per l'anno

Acquisto di energia elettrica rinnovabile - Stipula di PPA (Power Purchase Agreement) per l'approvvigionamento di energia elettrica rinnovabile per almeno 10 GWh/anno

- Realizzazione di un'**analisi preliminare** per l'acquisto di energia rinnovabile con Garanzia di Origine
- Attività per stipula di **PPA** previste a partire dal 2024

- Analisi preliminari completate

Comunità energetiche - Creazione di comunità energetiche rinnovabili (CER) attraverso il

- Individuazione della forma giuridica consona per la costituzione della **CER**

- Completate le attività funzionali all'avvio del progetto

- Completamento dell'inventario 2022 delle emissioni di CO₂
- Completamento dell'inventario 2023 delle emissioni di CO₂ – quota parte consumi di **energia elettrica e gas**
- Avvio dell'inventario 2023 delle emissioni di CO₂ – quota parte **mobilità**
- Adesione al programma **"Climate City Contract"** del Comune di Milano

- 16.190 tonCO₂ da consumi di energia elettrica e gas nel 2023
- 24% nel 2023 vs 2015 pro capite
- 20% nel 2023 vs 2022 pro capite

- Avvio della ricognizione di progetti e prodotti di ricerca sul tema dei cambiamenti climatici

NOVITÀ



PdM - PSS AGGIORNAMENTO – PARTE MOBILITÀ (1)

MEMO:

AMBIENTE



MOBILITÀ SOSTENIBILE

INDIRIZZO STRATEGICO

Il Politecnico di Milano promuove la mobilità sostenibile della sua comunità con il fine ultimo di incrementare il benessere individuale e collettivo. Le prospettive di valore che l'Ateneo intende perseguire sono molteplici, dal miglioramento della qualità, vivibilità e accessibilità degli spazi sia interni che esterni al campus alla promozione della mobilità attiva, dal miglioramento della sicurezza degli spostamenti alla riduzione delle emissioni totali legate all'accesso al campus.

- Nel periodo 2023-25:
- ridurremo la quota modale dei mezzi privati motorizzati per l'accesso al campus
 - abbasseremo la pressione di sosta per recuperare spazi sia interni che esterni per altri usi
 - conteremo le emissioni totali di gas serra in una logica di contributo al miglioramento della qualità dell'aria e di supporto alla lotta al cambiamento climatico



OBIETTIVI



TARGET AL 2025



AVANZAMENTO TARGET: FINE 2023



GIUDIZIO SU GRADO DI CONSEGUIMENTO

QUOTA MODALE DEI MEZZI PRIVATI MOTORIZZATI

- 15% quota modale "mezzi privati motorizzati" per gli studenti
- 20% quota modale "mezzi privati motorizzati" per il personale

- Avvio dei lavori di de-pavimentazione e pedonalizzazione nel Campus Durando con eliminazione di aree di sosta veicolare per mezzi privati
- Predisposizione del nuovo Piano Spostamenti Casa-Università (da approvare nel 2024)
- Impostazione del monitoraggio quantitativo dei comportamenti del 2023 (Survey Mobilità 2024)



PROMOZIONE DELLA MOBILITÀ ATTIVA E SOSTENIBILE

- +10% di utenti che accedono ai campus in bicicletta

- Progettazione e realizzazione di nuove velostazioni e riorganizzazione e ammodernamento aree di sosta bici (+800 stalli rispetto a circa 1.300 esistenti)
- Avvio di progettualità nel Cantiere Mobilità sostenibile
- Impostazione del monitoraggio quantitativo dei comportamenti del 2023 (Survey Mobilità 2024)



EMISSIONI DI CO₂ DA MOBILITÀ

- 15% emissioni per accesso ai campus

- Stima di riduzione attesa da Piano Spostamenti Casa-Università: -15% nel 2025 vs 2015
- Impostazione del monitoraggio quantitativo dei comportamenti del 2023 (Survey Mobilità 2024)



EMISSIONI DI CO₂ DA MOBILITÀ

- 15% emissioni per accesso ai campus

- Stima di riduzione attesa da Piano Spostamenti Casa-Università: -15% nel 2025 vs 2015
- Impostazione del monitoraggio quantitativo dei comportamenti del 2023 (Survey Mobilità 2024)



PdM - PSS AGGIORNAMENTO – PARTE MOBILITA’ (2)

MEMO:

AMBIENTE



MOBILITÀ SOSTENIBILE

INDIRIZZO STRATEGICO

Il Politecnico di Milano promuove la mobilità sostenibile della sua comunità con il fine ultimo di incrementare il benessere individuale e collettivo. Le prospettive di valore che l'Ateneo intende perseguire sono molteplici, dal miglioramento della qualità, vivibilità e accessibilità degli spazi sia interni che esterni ai campus alla promozione della mobilità attiva, dal miglioramento della sicurezza degli spostamenti alla riduzione delle emissioni totali legate all'accesso ai campus.

Nel periodo 2023-25:

- ridurremo la quota modale dei mezzi privati motorizzati per l'accesso ai campus
- abbasseremo la pressione di sosta per recuperare spazi sia interni che esterni per altri usi
- conteremo le emissioni totali di gas serra in una logica di contributo al miglioramento della qualità dell'aria e di supporto alla lotta al cambiamento climatico



OBIETTIVI

AZIONI 2023-2025

ATTIVITÀ 2023

RISULTATI ATTIVITÀ 2023

QUOTA MODALE DEI MEZZI PRIVATI MOTORIZZATI	Pedonalizzazione – Pedonalizzazione di parte del Campus Durando, del Campus Leonardo e di via Pascal	• Avvio dei lavori per la de-pavimentazione e pedonalizzazione nel Campus Durando con contestuale rimozione di aree di sosta per veicoli motorizzati	• 18.500 m² resi <i>car-free</i> • Prevista riduzione di circa 120 posti auto e incremento di circa 270 posti bici
	Abbonamenti sovvenzionati - Incremento fondi stanziati per l'acquisto di abbonamenti per tutta la popolazione e aumento degli utenti che usufruiscono delle convenzioni legate alla mobilità sostenibile	• Analisi di contesto per l'identificazione di possibili soluzioni • Impostazione di un progetto per la promozione del Trasporto Pubblico Locale nell'ambito del Cantiere Mobilità sostenibile	• Proposte nel redigendo Piano Spostamenti Casa-Università
	Interazione con il territorio - Dialogo con enti competenti per il monitoraggio della qualità ed affidabilità dei trasporti pubblici e possibilità di estensione delle piste ciclabili per raggiungere i campus dell'Ateneo	• Primo dialogo sulle proposte nate nel Cantiere Mobilità sostenibile: percorsi <i>bike-friendly</i> e pedonali, campagne di sensibilizzazione e promozione, incentivi per Trasporto Pubblico Locale • Attivazione di dialoghi con AMAT, Comune di Milano, Città Metropolitana, ATM, TRENORD	• Avvio dei dialoghi con il territorio • Attivazione del progetto "percorsi <i>bike-friendly</i>"
PROMOZIONE DELLA MOBILITÀ ATTIVA E SOSTENIBILE	Monitoraggio e pianificazione – Analisi delle modalità di trasporto della popolazione di Ateneo da e per i campus NOVITÀ	• Definizione dello share modale 2022 da elaborazione dei risultati della Survey Mobilità 2023 (8.000 questionari analizzati (tasso di risposta: circa 12% studenti, circa 30% personale) • Prima stesura del nuovo Piano Spostamenti Casa-Università	• Share modale 2022: Auto/moto: 7% studenti, 23% personale; Trasporto privato + pubblico: 25% studenti, 13% personale; piedi: 11% studenti, 9% personale; bici/monopattino: 8% studenti, 14% personale; trasporto pubblico: 49% studenti, 40% personale
	Infrastrutture a supporto della mobilità attiva - Investimento in spogliatoi con docce negli edifici del campus, colonnine di ricarica per bici elettriche, stalli bici e monopattini	• Effettuazione del rilievo delle aree di sosta dell'Ateneo nei campus milanesi • Studio di riconfigurazione aree bici con integrazione di nuovi stalli • Realizzazione della velostazione La Masa e progettazione della velostazione Bassini	• Circa 1.300 posti bici disponibili in Ateneo • Velostazione Bovisa La Masa: 88 stalli bici, 8 posti per la sosta di monopattini con ricarica e 1 <i>Bike Repair Station</i> • Progettazione di circa 800 ulteriori posti bici
	Sicurezza - Sviluppo di una app con indicazione dei percorsi ciclabili di accesso ai campus e del relativo	• Avvio dei confronti per l'identificazione degli stakeholder interni per sviluppo dell'applicazione,	• Avvio ricognizione percorsi e primo prototipo dell'<i>app</i>

EMISSIONI DI CO₂ DA MOBILITÀ

Smart working - Interventi volti a coordinare il lavoro agile in logica di riduzione delle emissioni	• Analisi degli attuali accordi di lavoro agile e impatto sull'occupazione delle strutture	• Analisi effettuata
Punti di ricarica - Incremento del 100% del numero di punti di ricarica per auto elettriche	• Installazione e messa in funzione dei punti di ricarica per auto elettriche identificati nel 2022	• Installazione di 40 punti di ricarica
Emissioni da mobilità – Verifica dell'Inventario e delle stime da inserire nel Piano di Mitigazione delle emissioni di CO ₂ NOVITÀ	• Revisione inventario e redazione della prima bozza del Piano di Mitigazione delle emissioni di CO₂ – Sezione mobilità	• Definita la metodologia di calcolo delle emissioni legate alla mobilità



Aspetti metodologici: COSA è stato analizzato e COME è stato analizzato?



➤ Definizione:

- dei «confini» del sistema analizzato;
- della metodologia di calcolo delle emissioni
- degli scenari di riduzione
- delle azioni di riduzione (contributo endogeno) e proiezione dei fattori di emissione (contributo esogeno)

Aspetti metodologici

- **Definizione dei «confini» del sistema analizzato**
 - Definizione della metodologia di calcolo delle emissioni
 - Definizione degli scenari di riduzione
 - Definizione delle azioni di riduzione (contributo endogeno) e proiezione dei fattori di emissione (contributo esogeno)
- **anno di riferimento:** 2015
- **orizzonti temporali per gli obiettivi:** sono stati identificati il 2025, il 2030 e il 2040
- **quantificazione degli obiettivi:** -25% al 2025, -50% al 2030, net-zero al 2040
- **perimetro della stima:** sono incluse attività di scopes 1 e 2 come consumi elettrici e consumi di gas sulle quali l'ateneo ha controllo diretto e attività di scope 3 come i trasporti per l'accesso al campus o le missioni del personale sulle quali l'ateneo ha una *potenziale* influenza. Sono escluse attività di scope 3 come la ristorazione, le attività di pulizia o la gestione dei rifiuti prodotti dall'ateneo.
- **tipologia di impegno:** impegni di tipo "intensità emissiva" (e non assoluti), ovvero le emissioni di CO₂ sono rendicontate rispetto a un indicatore specifico identificato nella *popolazione complessiva di Ateneo*
- **gas serra inclusi nel conteggio:** solo CO₂
- ...

Aspetti metodologici

- Definizione dei «confini» del sistema analizzato
- **Definizione della metodologia di calcolo delle emissioni**
- Definizione degli scenari di riduzione
- Definizione delle azioni di riduzione (contributo endogeno) e proiezione dei fattori di emissione (contributo esogeno)

In generale, la metodologia utilizzata per calcolare le emissioni di CO₂ per una data attività (A) prevede il prodotto fra un indicatore di attività (C) e il corrispondente fattore di emissione (FE).

Esempio:

A= consumi di energia elettrica al 2022

C=kWh consumati nel 2022: 43 GWh

FE= fattore di emissione medio dell'energia elettrica: 291 gCO₂/kWh

Emissioni legate ad A = $C \cdot FE = 43 \text{ GWh} \cdot 291 \text{ gCO}_2/\text{kWh} = 12.513 \text{ tCO}_2$

Ridurre «C» : CONTRIBUTO ENDOGENO

controllato direttamente dal Politecnico
tramite azioni che l'Ateneo decide di implementare

RAPPRESENTA IL REALE CONTRIBUTO DI ATENEO

Ridurre «FE» : CONTRIBUTO ESOGENO

non dipende dall'ateneo

Cosa permette la riduzione di tali emissioni?

Aspetti metodologici

- Definizione dei «confini» del sistema analizzato
- Definizione della metodologia di calcolo delle emissioni
- **Definizione degli scenari di riduzione**
- Definizione delle azioni di riduzione (contributo endogeno) e proiezione dei fattori di emissione (contributo esogeno)

- partendo dallo scenario di riferimento 2022, viene valutata la riduzione di emissioni di CO₂ rispetto al 2015 grazie alle **attività già finanziate (F)** in esercizio o in fase di realizzazione presso l'Ateneo;
- In aggiunta a queste riduzioni vengono proposte nuove azioni future per ottenere ulteriori riduzioni di emissioni di CO₂ rispetto al 2015. Queste nuove proposte sono organizzate in **due scenari** che differiscono principalmente per una diversa quota di finanziamenti:

scenario base (B)

Investimento sui 6 anni di 22,1 M€

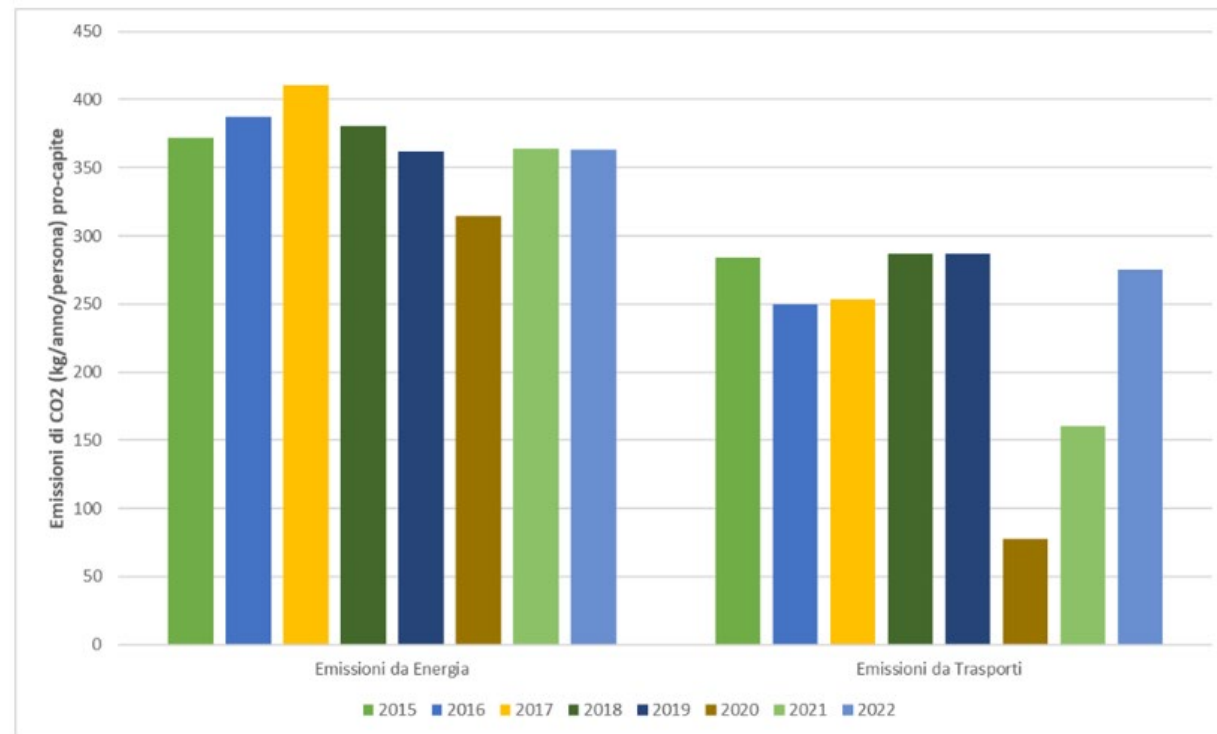
scenario orientato al target (T)

Investimento sui 6 anni di 70 M€

Permette il raggiungimento di riduzioni maggiori

Aspetti metodologici

- Definizione dei «confini» del sistema analizzato
- Definizione della metodologia di calcolo delle emissioni
- Definizione degli scenari di riduzione
- **Definizione delle azioni di riduzione (contributo endogeno)** e proiezione dei fattori di emissione (contributo esogeno)



Aspetti metodologici

- Definizione dei «confini» del sistema analizzato
- Definizione della metodologia di calcolo delle emissioni
- Definizione degli scenari di riduzione
- **Definizione delle azioni di riduzione (contributo endogeno)** e proiezione dei fattori di emissione (contributo esogeno)

ENERGIA – alcune azioni

- Rete di teleriscaldamento e raffrescamento
 - Installazione di pannelli fotovoltaici
 - Sostituzione dei corpi illuminanti
 - Interventi sulle macchine frigorifere
 - Interventi su edifici e impianti
- Regolazione e supervisione degli impianti termici
- Riduzione dell'illuminazione notturna
 - Comunità energetiche

MOBILITÀ – alcune azioni

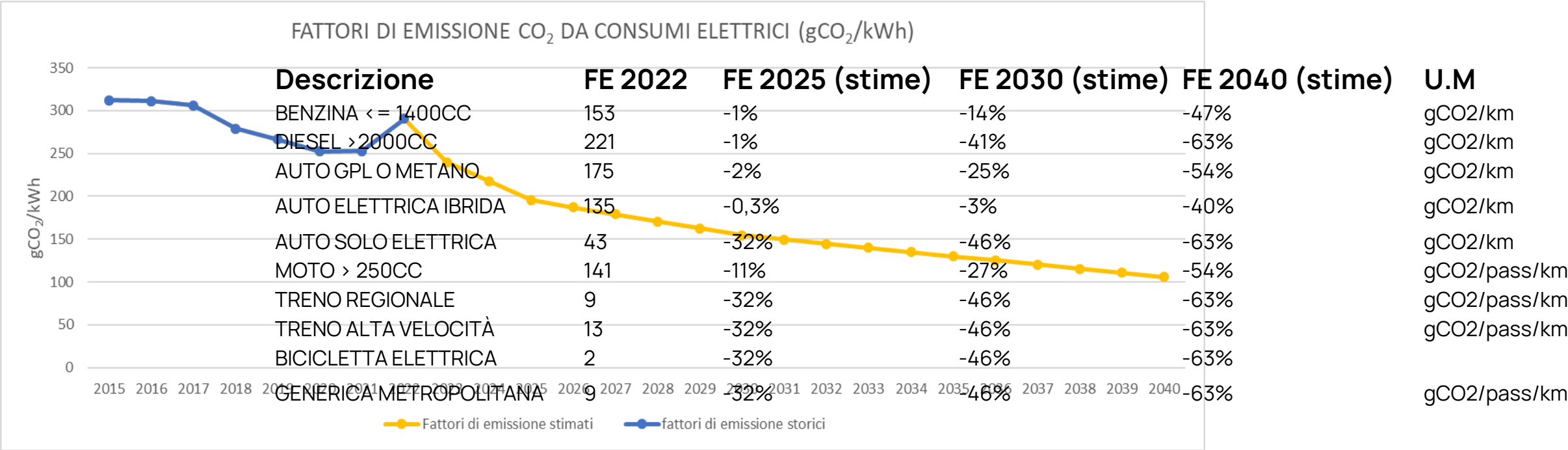
- Incentivazione del trasporto pubblico
- Incentivazione della mobilità ciclistica
- Incentivazione della sharing mobility
- Promozione di tecnologie per la mobilità elettrica
 - Motorizzata
- Promozione della cultura della mobilità sostenibile
- Razionalizzazione della frequenza di accesso al campus
- Pedonalizzazione spazi interni con creazione aree car free e riqualificazione aree sosta bici
- Realizzazione di docce e spogliatoi in ogni polo/campus/dipartimento

Aspetti metodologici

- Definizione dei «confini» del sistema analizzato
- Definizione della metodologia di calcolo delle emissioni
- Definizione degli scenari di riduzione
- Definizione delle azioni di riduzione (contributo endogeno) e **proiezione dei fattori di emissione (contributo esogeno)**

ENERGIA – riduzione stimata

MOBILITÀ – riduzione stimata per alcuni veicoli



Risultati raggiunti fino al 2022 (con le azioni già finanziate e attuate)

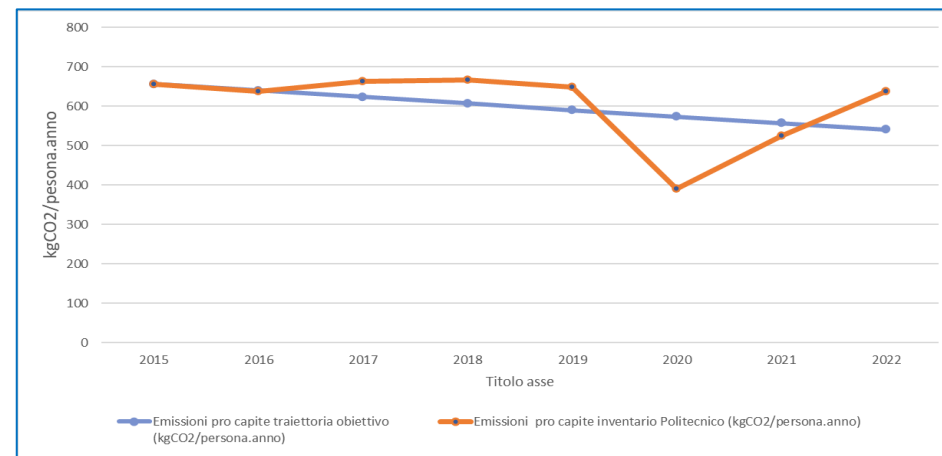
Al fine di impostare un **sistema di monitoraggio continuo** per la valutazione del raggiungimento degli obiettivi di riduzione, ogni anno nel periodo di impegno è considerato obiettivo intermedio, secondo una traiettoria lineare.

Anno	OBIETTIVO: riduzione rispetto alle emissioni del 2015	INVENTARIO: riduzioni raggiunte rispetto alle emissioni del 2015
2016	-2,5%	-2,9%
2017	-5,0%	+1,2%
2018	-7,5%	+1,8%
2019	-10,0%	-1,1%
2020	-12,5%	-40,3%
2021	-15,0%	-20,0%
2022	-17,5%	-2,7%
2023	-20,0%	
2024	-22,5%	
2025	-25,0%	
2026	-30,0%	
2027	-35,0%	
2028	-40,0%	
2029	-45,0%	
2030	-50,0%	



EFFETTO COVID

EFFETTO COVID



Obiettivi annuali di riduzione delle emissioni pro capite: traiettoria delle emissioni di CO₂ da inventario in relazione al trend obiettivo.

A parte i due anni del Covid, **il posizionamento dell'Ateneo è lontano dai target previsti**. Anche per questo **sono state previste importanti azioni di mitigazione già dal 2023**.

Risultati che si stima ottenere nel caso di Scenario BASE (B)

Quadro riassuntivo delle emissioni pro capite e delle riduzioni delle emissioni pro capite (in % e kg CO₂/p.a) stimate a valle dell'implementazione delle azioni di mitigazione discusse nel PdM per i settori energia e mobilità nello scenario **Base (B)**.

I dati relativi agli anni 2015 e 2022 sono a consuntivo mentre quelli al 2025 e 2030 sono stime.

Voce	U.M.	2015	2022	2025 (stime)	2030 (stime)
Popolazione	n. persone	48.300	57.206	58.000	58.000
Totale - pro capite - energia	kgCO ₂ /p.a	372	363	249	200
Totale - pro capite - mobilità	kgCO ₂ /p.a	284	275	233	192
Totale - pro capite	kgCO ₂ /p.a	656	638	482	392
Variazione pro capite ENERGIA rispetto al 2015	%		-2%	-33%	-46%
Variazione pro capite MOBILITÀ rispetto al 2015	%		-3%	-18%	-32%
Variazione pro capite TOTALE rispetto al 2015	%		-3%	-26,6%	-40,2%
Riduzione totale sul pro capite rispetto al 2015	kgCO₂/p.a		-18	-174	-264
Contributo endogeno				-6%	-7,7%
Valore su base 100	%			22%	20%
Contributo esogeno				-20,6%	-32,5%
Valore su base 100	%			78%	80%

Target al 2025 (-25%) raggiunto: -26,6% (71% contributo settore energia; 29% contributo settore mobilità)

Target al 2030 (-50%) non raggiunto: -40,2%

Risultati che si stima ottenere nel caso di Scenario ORIENTATO AL TARGET (T)

Quadro riassuntivo delle emissioni pro capite e delle riduzioni delle emissioni pro capite (in % e kg CO₂/p.a) stimate a valle dell'implementazione delle azioni di mitigazione discusse nel PdM per i settori energia e mobilità nello scenario Orientato al Target (T).

I dati relativi agli anni 2015 e 2022 sono a consuntivo mentre quelli al 2025 e 2030 sono stime.

Voce	U.M.	2015	2022	 2025 (stime)	 2030 (stime)
Popolazione	n. persone	48.300	57.206	58.000	58.000
Totale - pro capite - energia	kgCO ₂ /p.a	372	363	243	181
Totale - pro capite - mobilità	kgCO ₂ /p.a	284	275	217	177
Totale - pro capite	kgCO ₂ /p.a	656	638	460	358
Variazione pro capite ENERGIA rispetto al 2015	%		-2%	-35%	-51%
Variazione pro capite MOBILITÀ rispetto al 2015	%		-3%	-24%	-38%
Variazione pro capite TOTALE rispetto al 2015	%		-3%	-29,8%	-45,4%
Riduzione totale sul pro capite rispetto al 2015	kgCO₂/p.a		-18	-196	-298
Contributo endogeno				-9,7%	-13,1%
Valore su base 100				34%	29%
Contributo esogeno				-20,1%	-32,4%
Valore su base 100				66%	71%



Contributo endogeno

Target al 2025 (-25%) raggiunto: -29,8% (66% contributo settore energia; 34% contributo settore mobilità)

Target al 2030 (-50%) non raggiunto: -45,4%, ma ci si avvicina (NB: si riduce il contributo esogeno)

Le azioni proposte per mitigare le emissioni di CO₂ nei **settori energia e mobilità** nell'ambito di due diversi scenari (base e orientato al target) consentono di:

- **raggiungere il valore target di riduzione al 2025, in entrambi i casi, ma con maggiore confidenza nel caso si proceda con lo scenario orientato al target;**
- **avvicinarsi al valore target di riduzione al 2030, in entrambi i casi, ma in maniera più significativa con lo scenario orientato al target.**



In generale, è inoltre opportuno evidenziare il fatto che:

- vi è incertezza delle stime e una forte dipendenza dai contributi esogeni (→ necessità di monitorare e affinare nel tempo; **PdM = strumento dinamico e non statico**);
- le azioni proposte nel PdM possono incrementare il benessere individuale e collettivo, grazie al perseguimento di molteplici "prospettive di valore", tra cui: il miglioramento della qualità, la vivibilità e l'accessibilità degli spazi, la promozione della mobilità attiva e il miglioramento della sicurezza degli spostamenti; talune azioni concorrono altresì a creare consapevolezza nella comunità politecnica, con un potenziale effetto indiretto sulla mitigazione al cambiamento climatico anche fuori dai confini dell'Ateneo.
- si prevede un **aggiornamento annuale del PdM** (→ fondamentale poter disporre tempestivamente di tutti i dati per potere redigere l'inventario delle emissioni) e una **revisione triennale**; in relazione alla pubblicazione del nuovo PSS 2026-2028, si procederà tuttavia con la revisione dell'attuale PdM nel 2026 per garantire la massima coerenza tra gli strumenti pianificatori;
- il PdM verrà affiancato nel 2025 da un Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici (lavori avviati).





Quale il ruolo della «sufficienza» per ridurre le emissioni di CO₂?

MEMO:

Sufficienza → creare le condizioni sociali, infrastrutturali e normative per **modificare gli stili di vita individuali e collettivi** in modo da **ridurre la domanda di energia e le emissioni di gas a effetto serra** in misura tale da rientrare nei limiti planetari, **contribuendo al contempo al benessere della società.**

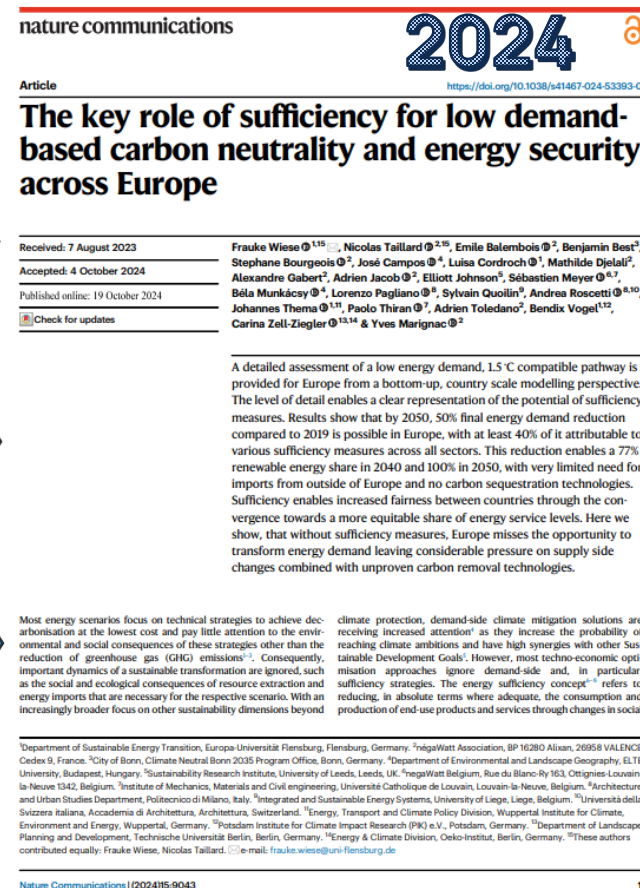
La sufficienza riguarda il comportamento dei consumatori, secondo il principio «meno è meglio»



<https://www.dastu.polimi.it/fulfill/>

TAVOLA ROTONDA – GENNAIO 2023 – PARTECIPAZIONE SSA

<https://www.campus-sostenibile.polimi.it/progetto-di-ricerca-fulfill/>



Ruolo chiave Sufficiency per:

- dimezzare l'uso finale di energia in EU al 2050 rispetto ad oggi;
- azzerare sostanzialmente l'import di fossili e coprire tale domanda dimezzata con rinnovabili;
- promuovere maggiore equità tra i paesi europei e classi sociali.



Concetto «sufficiency» inserito nell'IPCC AR6.

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/sr/longer-report/>



The key role of sufficiency for low demand-based carbon neutrality and energy security across Europe

Grazie per l'attenzione!

Contatti

Area Gestione Infrastrutture e Servizi
Servizio Sostenibilità Ambientale

Paola Baglione: 02 2399 9318

Eleonora Perotto: 02 2399 9354

www.polimi.it

<https://www.campus-sostenibile.polimi.it/>

servizio-sostenibilita-ambientale@polimi.it



<https://showyourstripes.info//europe/italy/milan>