



# Economia delle Risorse Naturali

Lezione 10 – 23 novembre 2022 prof. Laura Castellucci  
Modello energetico e introduzione all'economia del  
cambiamento climatico

## Dal prezzo del petrolio al modello energetico post rivoluzione industriale fino al '20 (esclusi anni Covid e guerra Russia-Ucraina)

- Com'è andato (fino al 2014): trend crescente anche se con volatilità crescente; benchmark price: Brent&WTI
- Crollo: da 106\$ barile nel '14 a 40\$ nel '15-2motivi principali: errori degli analisti finanziari e shale gas americani
- Cartello ha funzionato: rialzi del prezzo decisi a tavolino; rialzi dovuti a guerre - embargo
- Senza energia si ferma tutto (e siccome l'80% viene dai combustibili fossili-petrolio e di importazione, il settore energetico è cruciale; necessità di cambiare modello? Sì e per molti motivi)

# Evoluzione

- Come si è evoluto il settore energetico: dalla legna, al carbone, al petrolio, al gas ..,ma anche nucleare, rinnovabili: sole, vento, maree ....
- Lasciamo che si evolva spontaneamente o vogliamo che il settore sia: competitivo (in termini di costo), affidabile (energy security), sostenibile (impatto ambientale)
- Esempio di evoluzione «virtuosa» delle fonti fino alla comparsa sui mercati del petrolio proveniente da *shale gas* e *tar sands* – nel 2012 Canada ripudiò il trattato di Kyoto 97 e gli Usa non lo ratificarono

# Occorre che l'energia sia usata in maniera efficiente

- Indicatori
- Intensità energetica:  $CIL / PIL$  (rapporto tra il consumo interno lordo di energia e il prodotto interno lordo)
- Quanto più basso è questo rapporto tanto maggiore è l'efficienza energetica complessiva
- Si può misurare per settori et al

# Caratteristiche modello energetico attuale

- 80% fossili e 20% tutto il resto
- **1. Costi:**
- 1. storicamente bassi quelli dei fossili (il carbone il più basso) più alti gli altri;
- 2. ma se includiamo le esternalità, surriscaldamento e salute, non è vero → Extern-E, IEA;
- 3. comunque nel 2018 i costi interni sono già praticamente uguali → IRENA International Renewable Energy Agency (2019) Abu Dhabi, Emirati

## Continuazione

- **2. Affidabilità** (energy security); legittima aspirazione ad avere continuità nella produzione e fornitura dell'energia ma in verità c'è di tutto (es.: nonostante il dichiarato liberismo si punta all'indipendenza dalle import; le fonti rinnovabili sono ostacolate per, si dice, difficoltà tecniche di accumulazione (indirizziamo il progresso tecnico o no?; shale gas e tar sands: invertito il trend di evoluzione spontanea positiva del progresso tecnico perché queste fonti hanno emissioni più alte del 30% rispetto convenzionali)
- **3. Sostenibilità** (impatto): il modello è insostenibile sia *quantitativamente* (si usano risorse non rinnovabili; esaurimento) che *qualitativamente* (CC e salute umana)

Oltre il modello energetico in uso: da cambiare

- L'uso delle risorse naturali continua a crescere
- Il GDP cresce (.....post '20 vedremo) e anche l'estrazione di RN (e la popolazione) ma l'intensità dei materiali decresce (come quella energetica è il rapporto tra consumo dei materiali e PIL)
- sarà sufficiente? No bisogna cambiare il modello economico ad iniziare dall'energetico

L'accumulo di emissioni di Co2 produce il surriscaldamento:  
Economia del Cambiamento Climatico (CC)

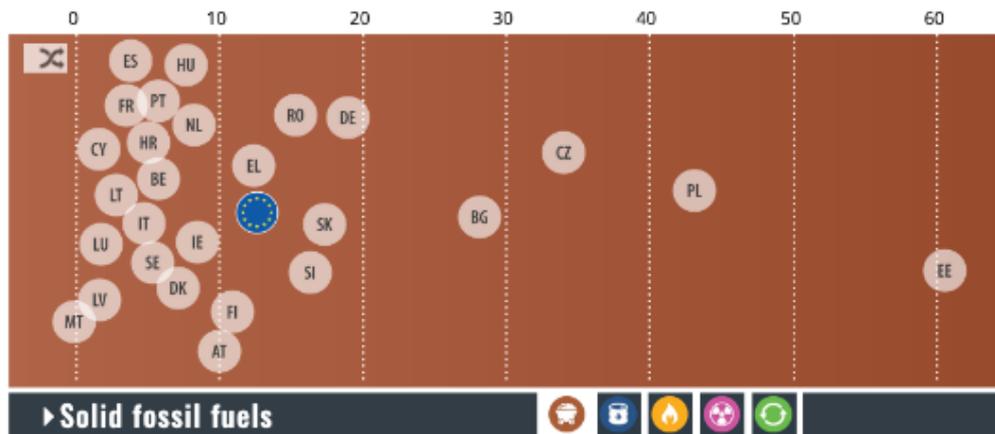
- Paesi che perdono paesi che guadagnano (+ deserto; + terreni coltivabili es. Siberia)
- Ma nel complesso l'economia globale "perde" cioè i costi superano i benefici
- Dal Rapporto Stern del 2006 in poi si calcolano Costi e Danni del CC

*EUROSTAT, “Shedding light on energy in the EU – A Guided Tour Of Energy Statistics 2021 Edition”*

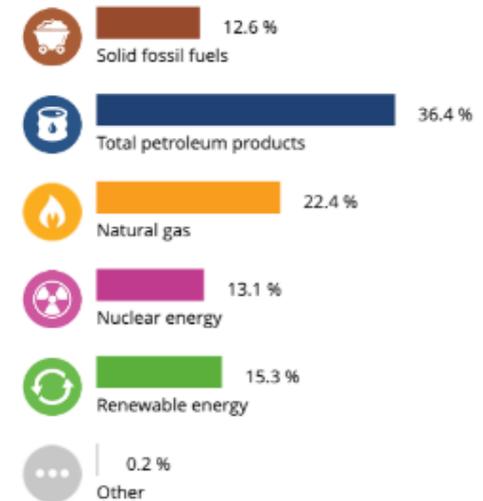
- Nel **2019** l’Ue ha **prodotto** circa il **39 % della propria energia**, mentre il 61 % è stato importato. Nello stesso anno il mix energetico dell’Unione è stato composto per lo più da prodotti petroliferi (36,4%), seguono gas naturale (22,4 %), energie rinnovabili (15,3 %), energia nucleare (13,1 %) e combustibili fossili solidi (12,6%).

# .....come dicevo il mix energetico non è molto cambiato

Share of energy products in total energy available, in %, 2019



Energy mix for the European Union



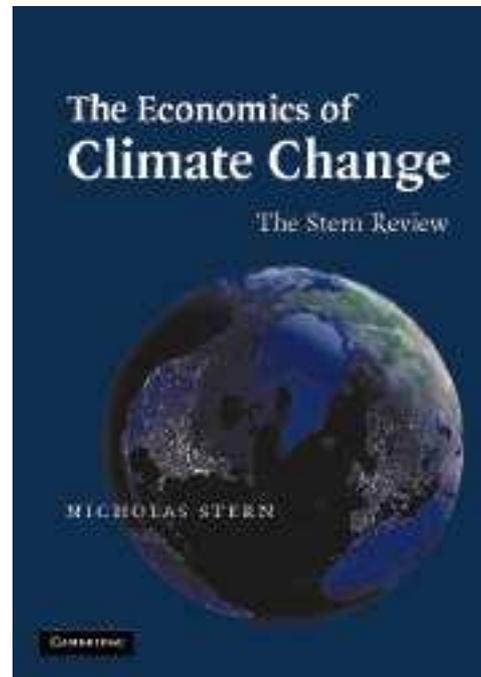
- Il settore energetico è stato il maggiore responsabile (ma è il più regolamentato ARERA)- altro settore in crescita: Trasporti- e altra causa LULUF (land use and land use change and forests)
- I costi livellati delle varie fonti per KW sono praticamente uguali ma le esternalità continuano ad esserci (come inglobarle i.e. superare il *free riding*- Nordhaus W., Climate Clubs: overcoming free-riding in international climate policy, in AER, 2015)

# ricapitolando

- Il surriscaldamento dipende dall'emissioni umane superiori alla capacità di assorbimento naturale
- Perciò il primo obiettivo per la riduzione è di ridurre le emissioni e/o aumentare la capacità di assorbimento + foreste
- Per avere una idea del tasso di emissione di Co2 «globale» e come si possa cambiare è utile l'equaz. seguente (Field)
- $\text{Prod. CO2 totale} = \text{Popolaz.} \times \text{PIL/N} \times \text{Energy/PIL} \times \text{CO2/E}$
- Interazione tra 4 fattori e sui primi due non si può agire per ridurre; il 3 è «energy efficiency» il 4 intensità di Co2 per energia (diversa per fonte di produzione di energia)

- Ogni paese è diverso rispetto a questi 4 fattori
- Anche supponendo che tutti i paesi intervengano sui fattori 3 e sul 4, la loro diversità è ciò che «complica» gli accordi internazionali
- Ma senza intervento la crescita globale non è sostenibile e il CC è il problema più grave

# Stern Review 2006



# Fatti citati in Stern Review cap. 7

- ● **Emissioni** Globali di gas serra per fonte
  - **Generation of power and heat: 24 %**
  - **Land use (deforestation): 18 %**
  - **Agriculture: 14 %**
  - **Transport: 14 %**
  - **Industry (manufacturing and construction): 14 %**
  - **Others: 16 %**

# (continuazione)

- **Concentrazione** di gas serra nell'atmosfera
  - **Prima rivoluzione industriale :280 ppm CO<sub>2</sub>- eq.**
  - **Oggi :** **430 ppm CO<sub>2</sub>- eq.**
  - **By 2035 (forecast)** **550 ppm**  
**CO<sub>2</sub>- eq.**

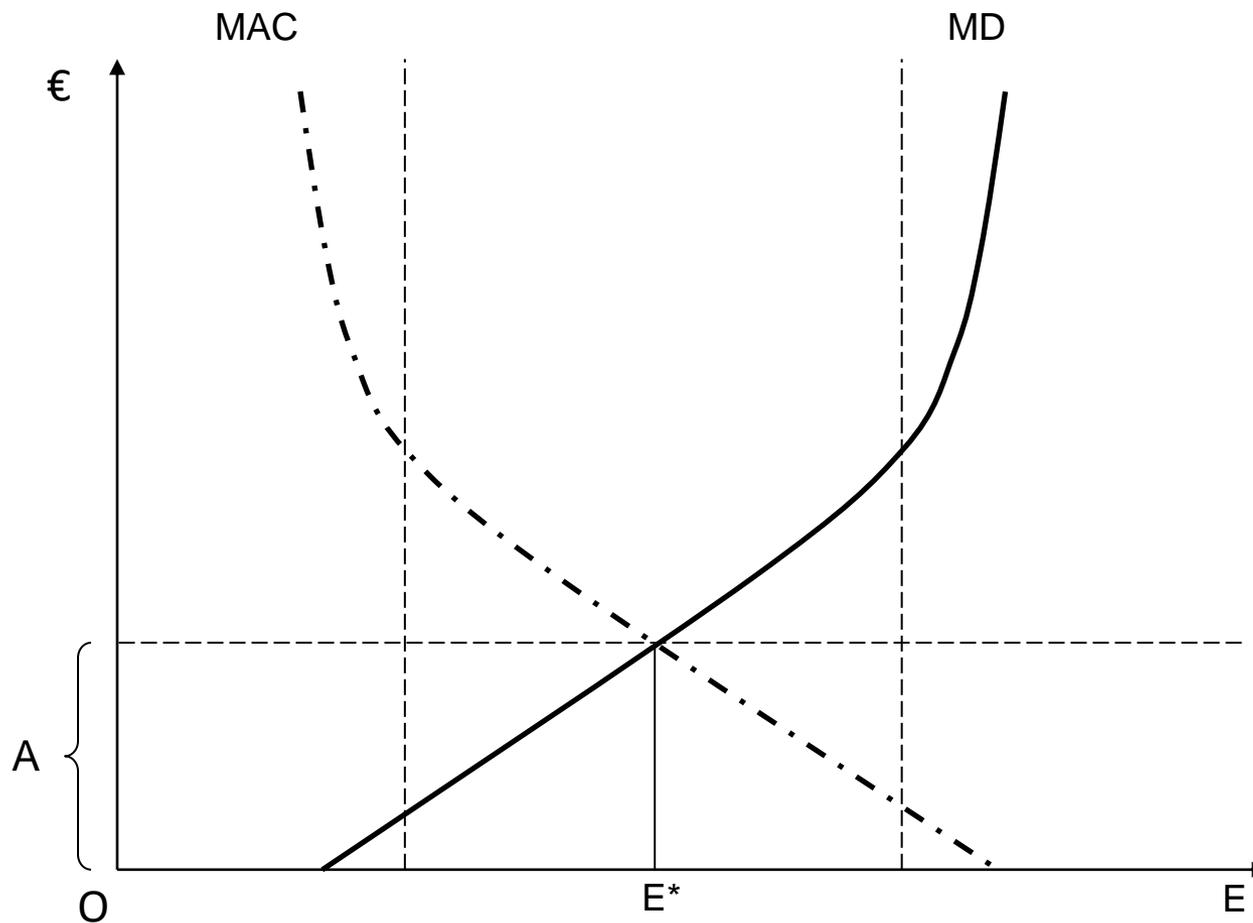
# Emissioni e concentrazione di CO<sub>2eq.</sub>

- Per evitare che la concentrazione di CO<sub>2eq.</sub> (stock) non aumenti, occorre ridurre le emissioni (flussi)
- Di quanto e per quanti anni ridurre le emissioni dipende dall'obiettivo del livello di stabilizzazione che l'insieme degli Stati si è dato (es. Europa intende raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e ridurre le emissioni del 50/55% (risp. 90) entro il 2030)

# Cosa dice l'economia: misurare costi e danni

- Come conoscere i costi di abbattimento delle emissioni (MAC) – maggiore l'obiettivo di riduzione delle emissioni (E) maggiore il costo
- Come conoscere i Danni dell'aumento delle emissioni (MD) – maggiore la quantità di emissione maggiore il danno
- Come conoscere il range di concentrazioni sostenibili (senza danni irreversibili all'ambiente naturale) e dunque i flussi di riduzione necessari a non superare il limite più alto: basi scientifiche (IPCC e il suo WGI; **Working Group I assesses the physical science of climate change**)

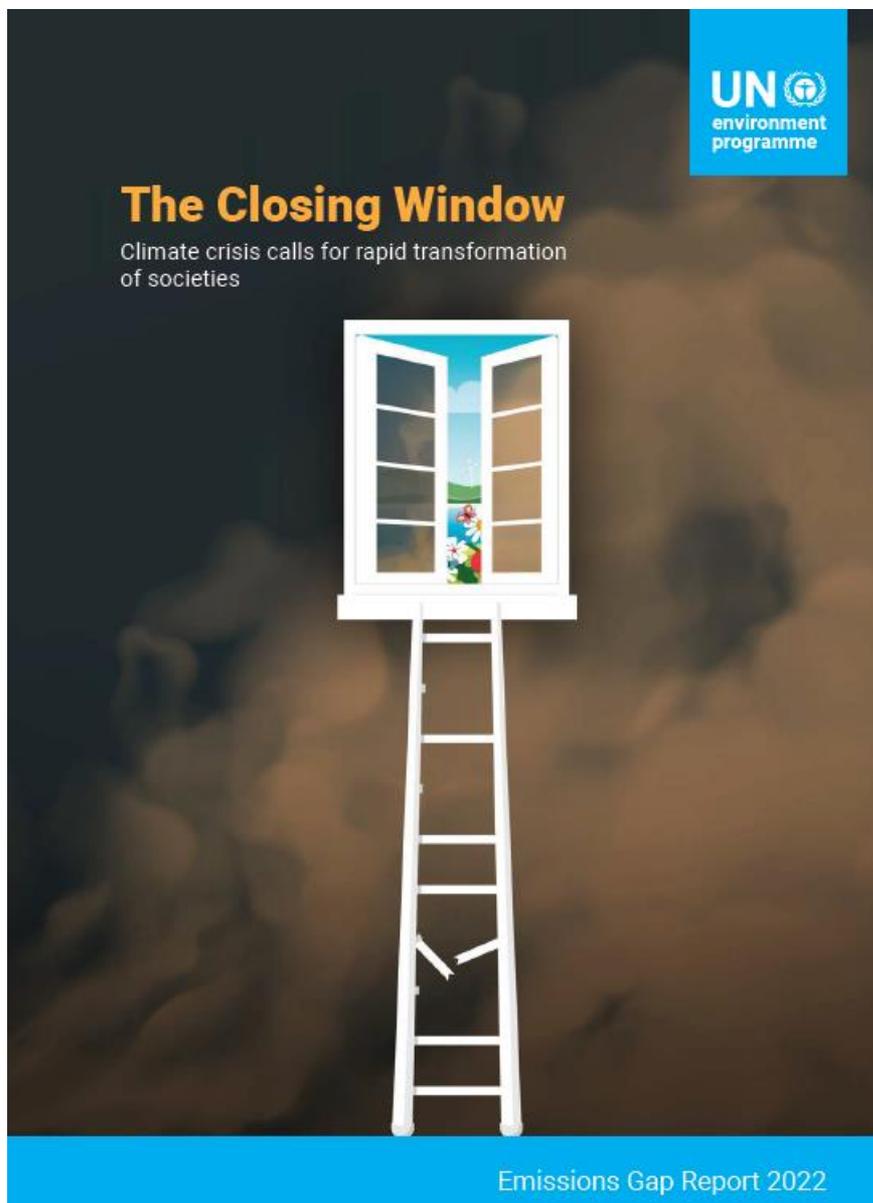
Valutati costi e danni è possibile individuare le emissioni economicamente ottime : uguaglianza tra i valori marginali. Nel grafico  $E^*$ ; come ottenerla: imposta pigouviana  $A$  o analogo strumento



# Problemi globali richiedono soluzioni globali

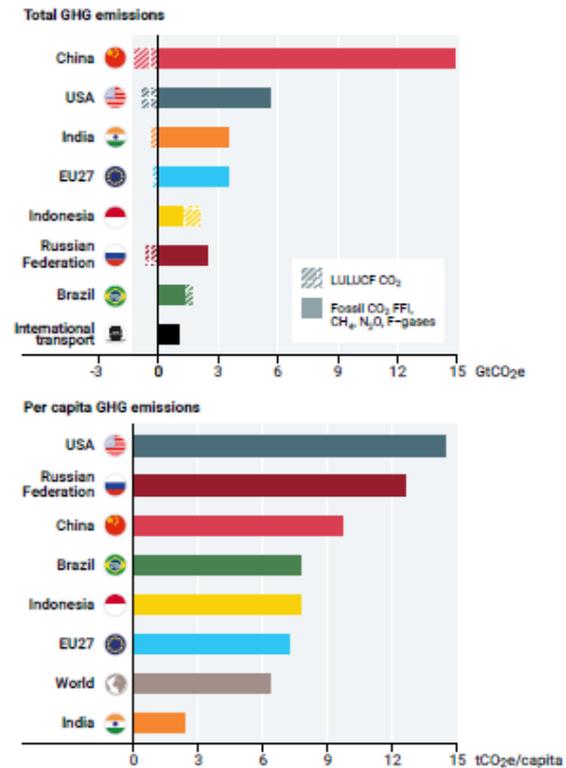
- Ma non sembra che l'obiettivo globale fissato (Parigi 2015) di non superare l'aumento di 1,5° nella temperatura terrestre entro il 2050, sarà raggiunto (slide 21 e 22)
- Per quanto concerne il settore energetico il dibattito è ancora vivo - IEACOP26, Net Zero Summit: *where top energy and climate leaders from more than 40 countries highlighted the global momentum behind clean energy transitions*. IEA, NetZeroBy2050 - A Roadmap for the global energy sector, 2021 (slide 23 e 24)

..... ma l'obiettivo dell'1,5 gradi è già perduto



# Emissioni ed emissioni pro-capite dal Rapporto UN 2022: non in linea con l'obiettivo di contenimento aumento in 1,5

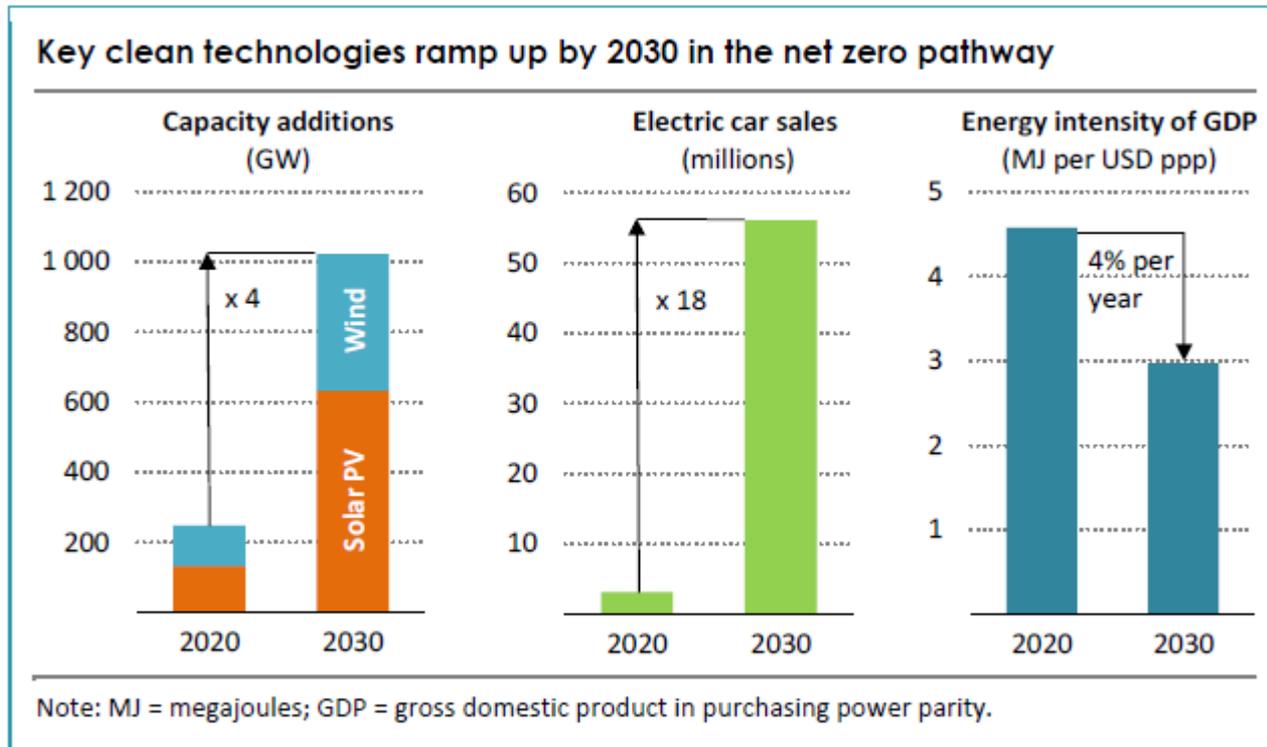
Figure ES.1 Total and per capita GHG emissions of major emitters in 2020, including inventory-based LULUCF



IEA, 2021, ottobre



# IEA, A Roadmap



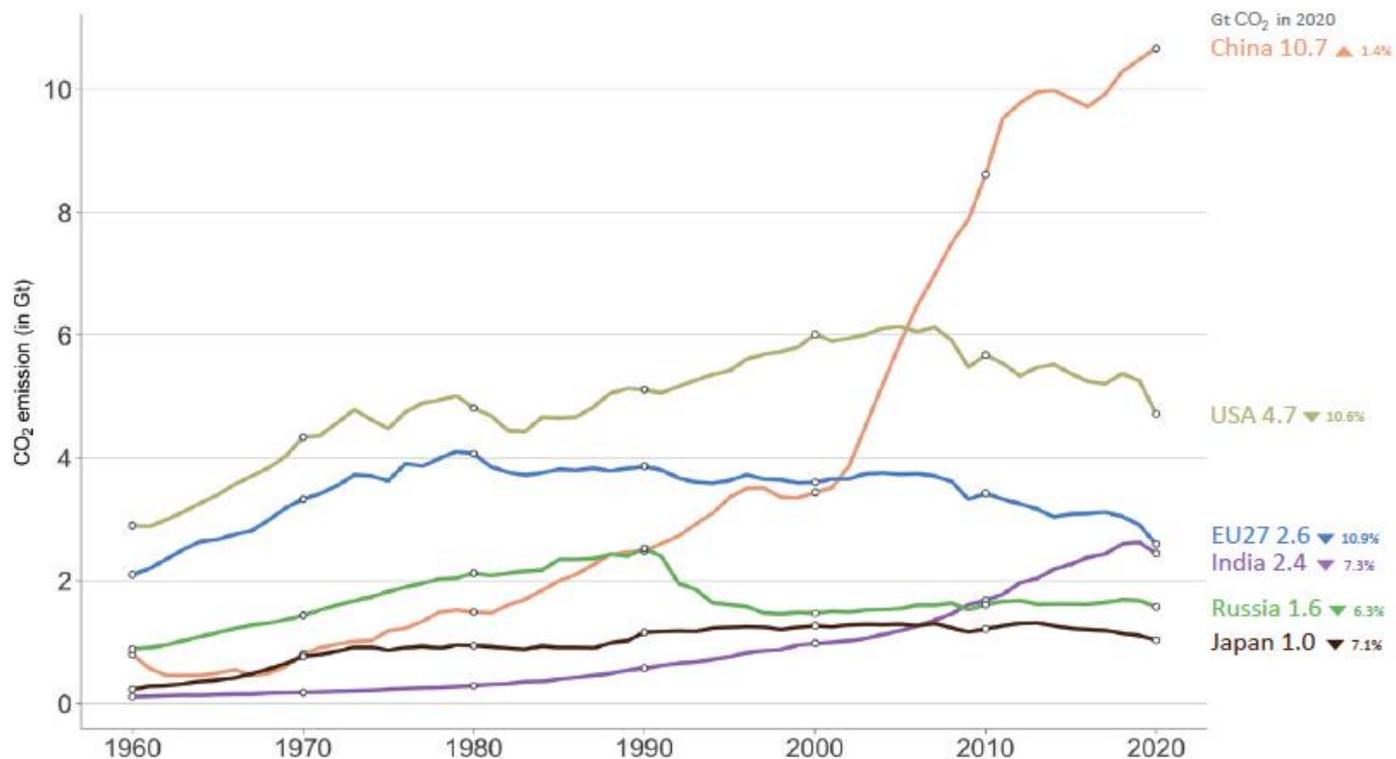
- Dunque sostenibilità della crescita via miglioramenti nell'efficienza ? Sì certo ma non basta
- Via fiducia (non sostenuta dai fatti) nel : 1. *decoupling* o sganciamento tra i tassi di crescita del PIL e di utilizzo delle RN; e nelle 2. curve di Kuznets ambientali? Ovviamente no

# E allora? La risposta deve essere globale

- Infatti e per es. i buoni risultati europei visti sopra, sono più che neutralizzati dall'aumento delle emissioni in altre aree geografiche, quelle asiatiche e dell' America del Sud; le prime anche per la «delocalizzazione» delle produzioni + inquinanti (cemento e acciaio), le seconde per il taglio delle foreste (grande rilascio di CO<sub>2</sub> et altri danni, LULUF)
- → **problemi globali vanno affrontati globalmente, ma come trovare Accordi per decidere cosa fare e come ripartire i costi?**

Questa è la fotografia ad oggi delle emissioni per origine, CEPR, Geneva Reports on the world Economy 25, Climate and Debt, 2022 , (p.30), ma le responsabilità dell'accumulo sono diverse

FIGURE 2.5 TOP GLOBAL EMITTERS, 1960-2020



Source: Global Carbon Project

# Gli strumenti esistono ma il loro è uso difficile

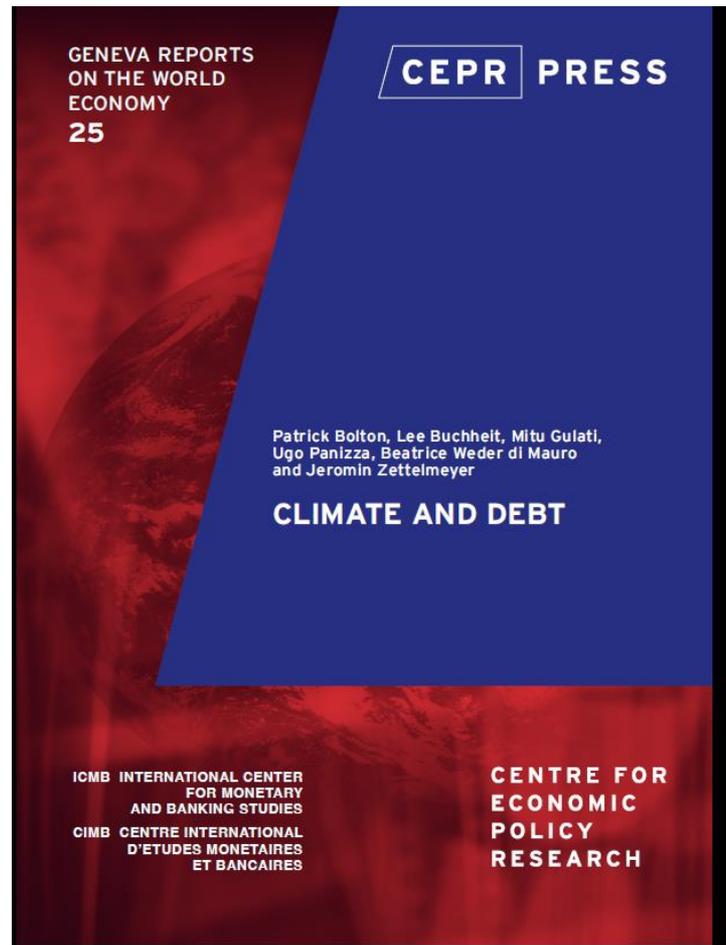
- Cause: beni pubblici/ comuni  $\Rightarrow$  *free riding* (tutti vogliono i benefici ma non la partecipazione ai costi)
- Disuguaglianza sulla responsabilità dell'accumulo delle emissioni dalla rivoluzione industriale tra gli Stati
- Disuguaglianza nel PIL/pro-capite tra gli Stati
- Per il perseguimento concreto del necessario **planetary climate target** (net zero carbon) occorre l'accordo sul *finanziamento*

## un quadro di sintesi - dal citato Geneva Report on the World Economy

TABLE 2.2 CLIMATE TARGETS AND INSTRUMENTS

Target	Focus/geography	Policies/financing
Planetary emissions limit <i>(in Gt CO<sub>2</sub>e, absolute)</i>	Priority: reduce the absolute amount of global emissions to net zero quickly; focus on large emitters	Mitigation: CO <sub>2</sub> taxes (or pricing instruments) in all large emitters Transformation financing: investment in clean technology and infrastructure mostly in China, the US and Europe
Adaptation	Focus on countries and regions that have high exposure to climate risk and on adaptation measures (climate vulnerability is higher in developing and emerging economies)	Climate adaptation policies (e.g., building regulation, zoning laws) and investment (upgrades to physical infrastructure, irrigation, coastal protection) Climate finance instruments (including instruments containing an element of fiscal support).
Conservation	Preservation of large carbon sinks; reduce LULUCF (mostly in developing and emerging and developing economies) Conservation of biodiversity hotspots across the world	Global carbon trading Nature based-solutions Limit global warming (planetary target)
Fairness <i>Fair contributions, relative (Subject to net-zero global constraint)</i>	All countries need to get to net zero, but the high per capita emitters bear a larger responsibility for financing at home and abroad	International flows to emerging and developing economies Investment in clean technology and infrastructure

# Rapporto CEPR 2022



Laura Castellucci, Università Roma Tor Vergata

# Altri riferimenti bibliografici

- Nicholas Stern, Joseph E. Stiglitz, Charlotte Taylor, THE ECONOMICS OF IMMENSE RISK, URGENT ACTION AND RADICAL CHANGE: TOWARDS NEW APPROACHES TO THE ECONOMICS OF CLIMATE CHANGE, NBER, Working Paper, 2022 <http://www.nber.org/papers/w28472>
- Richard S.J. Tol, Climate Economics. Economic Analysis of Climate, Climate Change and Climate Policy, Edward Elgar, 2014
- Richard S.J. Tol, Estimates of the social cost of carbon have increased over time, 4 agosto 2022, arXiv:2105.03656v3 [econ.GN] 3 Aug 2022