Voglio fare un gioco con te

Il Game-Based Learning nella ricerca in Physics Education

Luca Zatti

luca.zatti@unipv.it
physics4teenagers@unipv.it



UNIVERSITÀ DI PAVIA
Dipartimento di Fisica
"Alessandro Volta"

PHYSICS for TEENAGERS

INFN
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Pavia

Che cos’è il Game-Based Learning (GBL)

Il gioco è l'ambiente di apprendimento principale

*GBL ≠ Gamification (aggiungere elementi di gioco, punti, classifiche un'attività esistente)

Perché dovremmo usare i giochi per insegnare?

Che cosa hanno i giochi che li rende un possibile ambiente di apprendimento?



Elementi di design

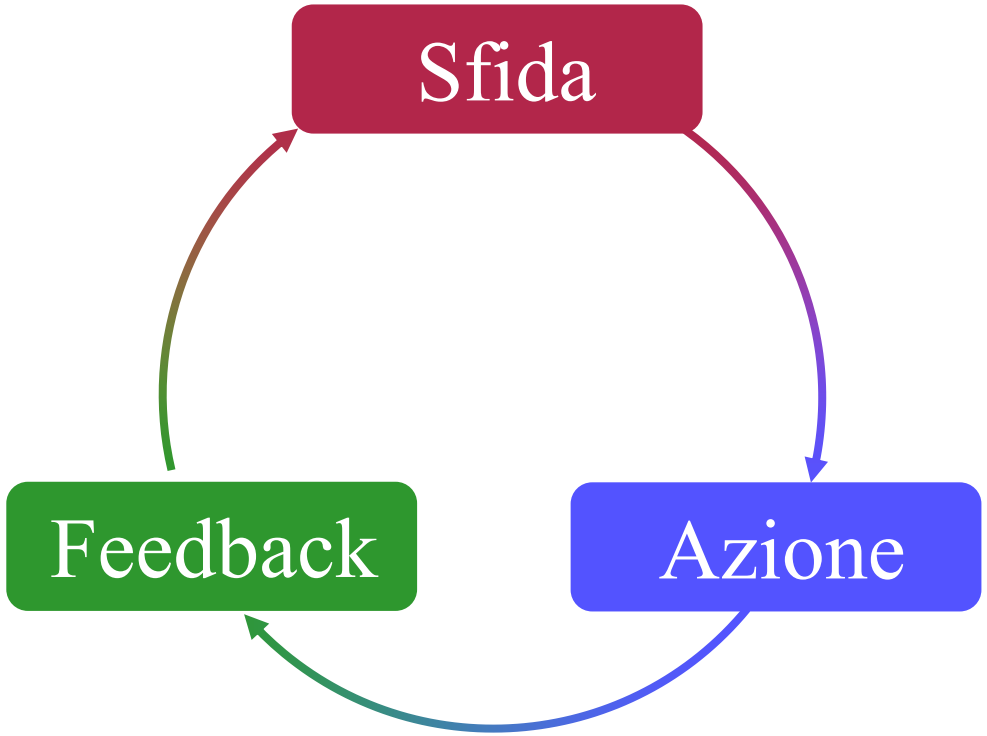
Meccaniche di gioco (apprendimento e valutazione)

Estetica visiva

Narrazione

Contenuti e competenze da insegnare

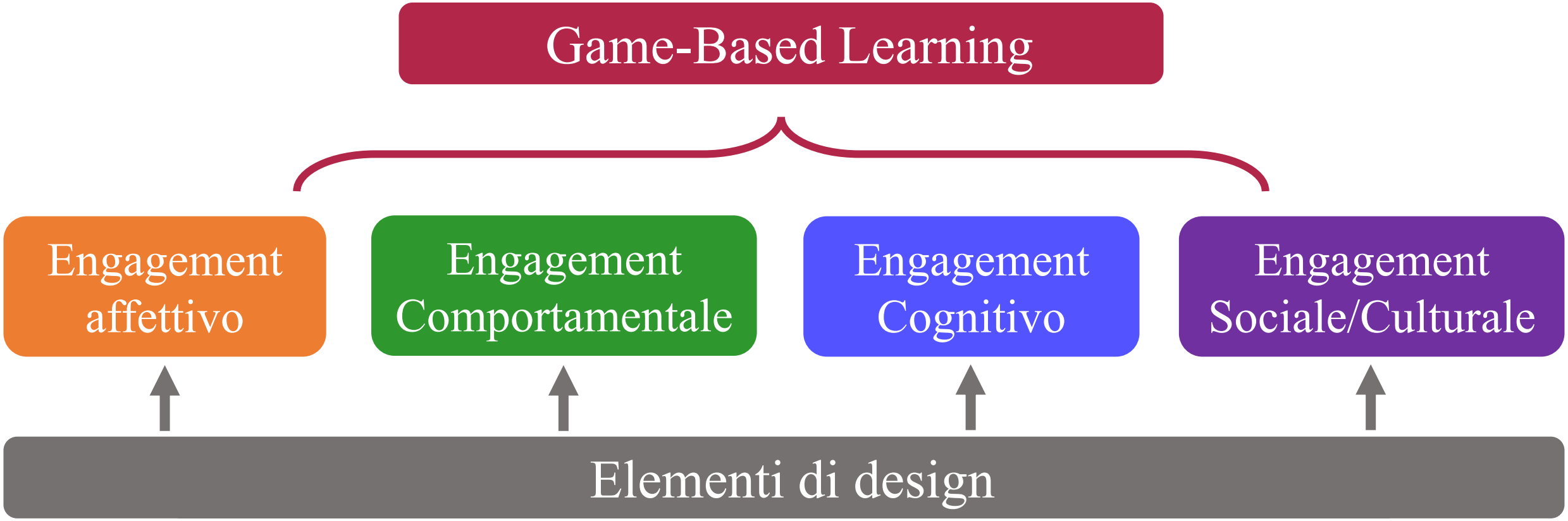
} Esperienza di apprendimento



"Magic circle"

Plass et al., *"Foundations of game-based learning"* , Educational psychologist (2015)

Engagement: 4 lenti necessarie



Plass et al., *"Foundations of game-based learning"* , Educational psychologist (2015)

Quando funziona?

Meccaniche di gioco ⟷ Obiettivi di apprendimento

Il compito centrale del gioco deve coincidere con ciò che vogliamo che si impari

Graceful failure → Sbagliare nel gioco ha conseguenze basse e incoraggia a sperimentare

*Limiti: molti risultati sono specifici di un gioco, di un contenuto e di una popolazione, e non si generalizzano facilmente. Engagement non significa necessariamente apprendimento



Educazione al cambiamento climatico

Educazione allo sviluppo sostenibile

La sostenibilità nei programmi scolastici

UNESCO - Agenda 2030
Otto et al. (2020)
Levrini et al. (2021)

Gamification e Game-based Learning

Motivazione, partecipazione e istruzione

Law, S., & Jacobsen, M. (2015)
Roozenbeek & van der Linden, 2019
G. Mylonas et al. (2019)
Cook et al., 2022
Schubatzky & Haagen-Schützenhöfer (2023)

Letteratura scientifica e fake-news debunking

Consapevolezza sulle scelte energetiche e ambientali

Bedford, 2016
Schubatzky, T., et al. (2022)
Kresin et al., 2024

Educazione al cambiamento climatico



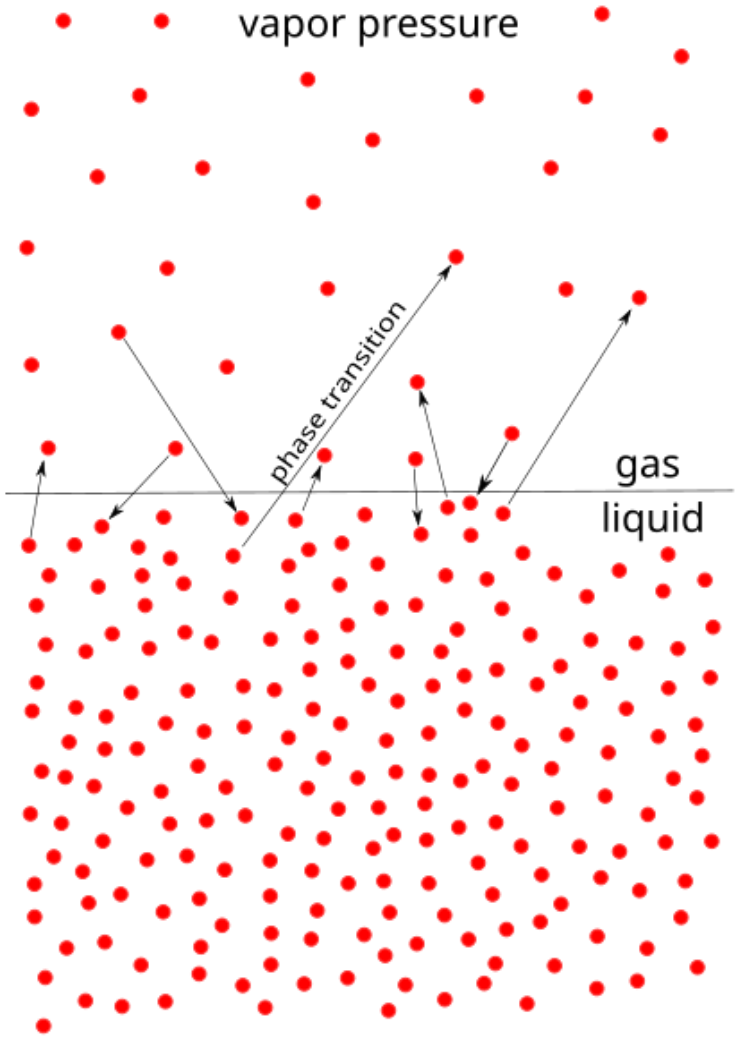
Ghiacciao Stein, Svizzera

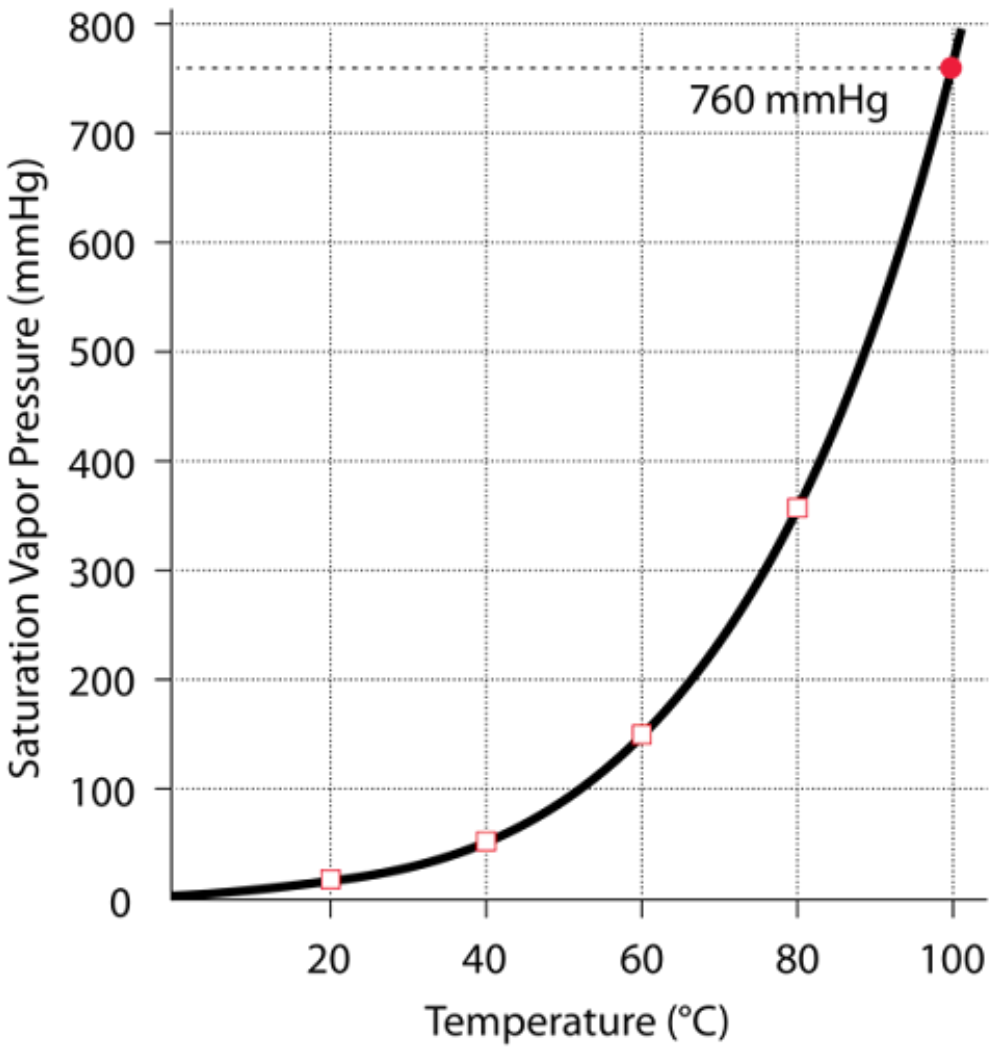
Educazione al cambiamento climatico

Lugo, Emilia Romagna, 2023

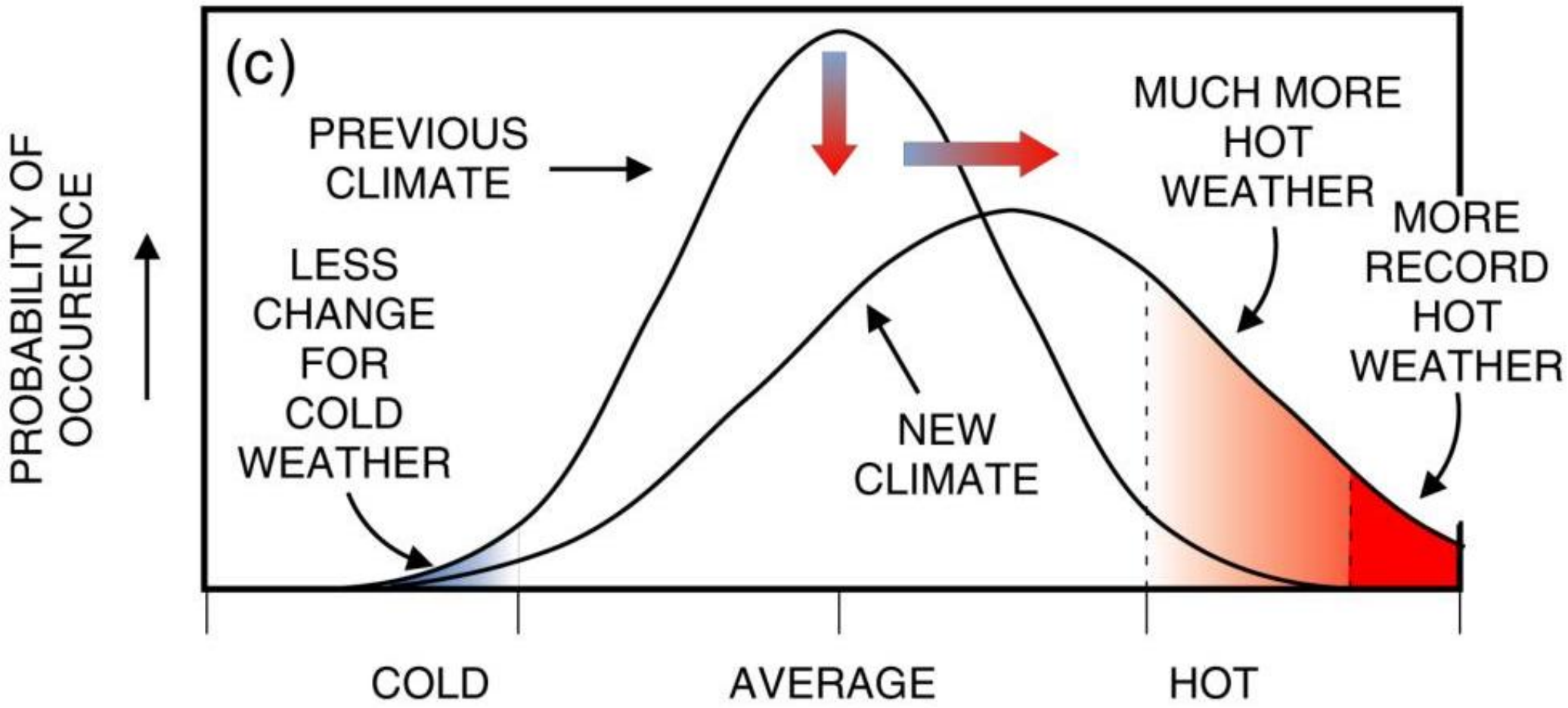


Perché gli eventi estremi?





Perché eventi così diversi?



Schematic outlining the effect of an increased mean on the climate and subsequent weather patterns, from the IPCC (2001)

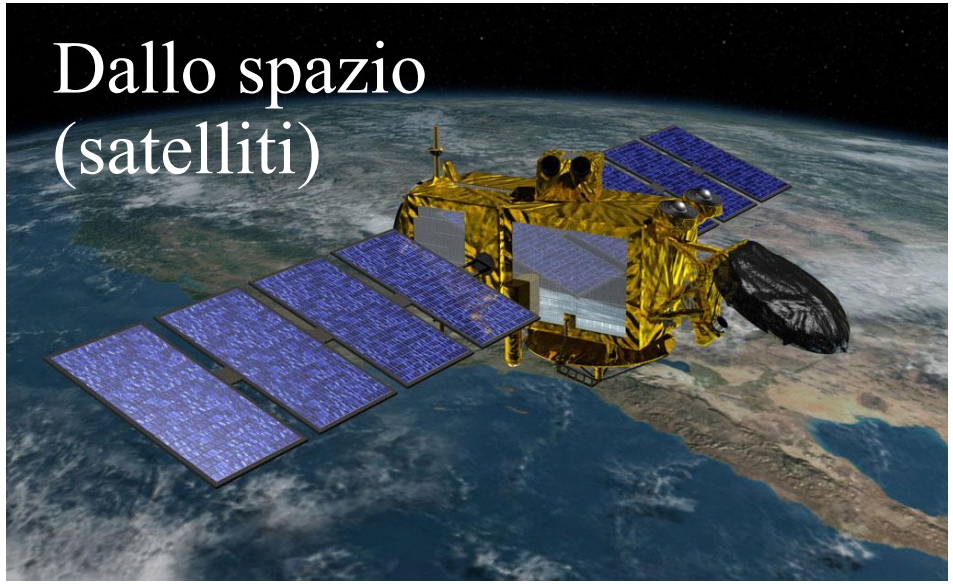
Come raccogliamo i dati?

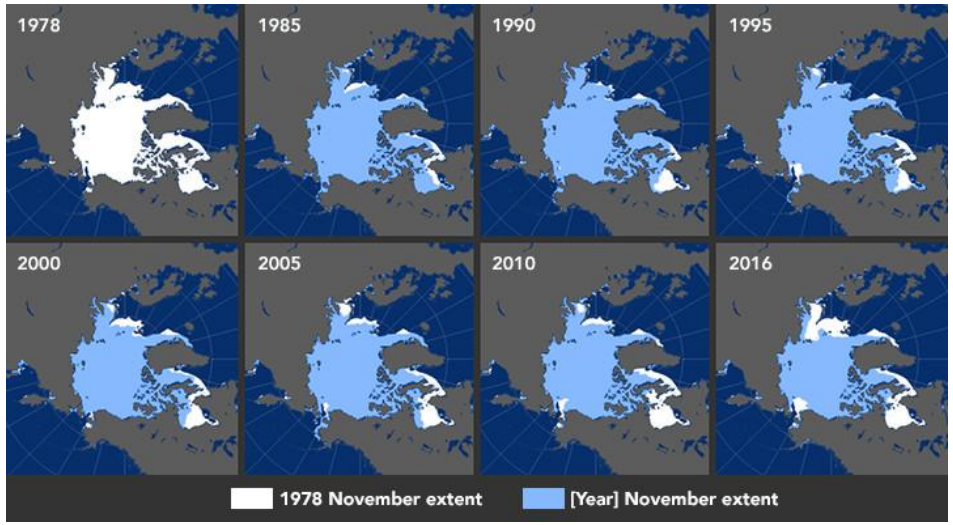
Carotaggi del ghiaccio:

4 km di ghiaccio
=
1 milione di anni



Come raccogliamo i dati?



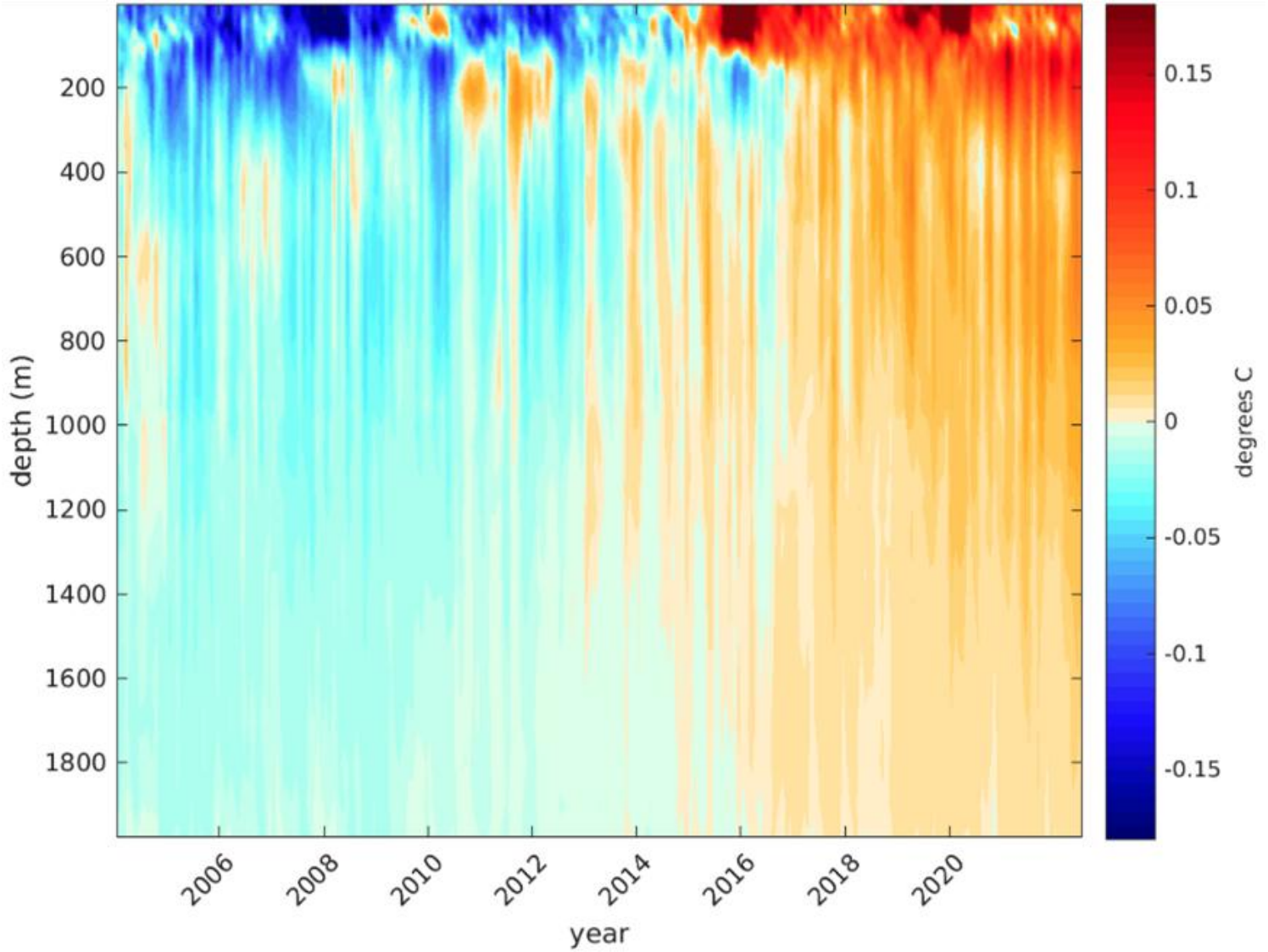




Dati da boe (temperatura mari - ARGO)

Anomalia della temperatura media globale degli oceani

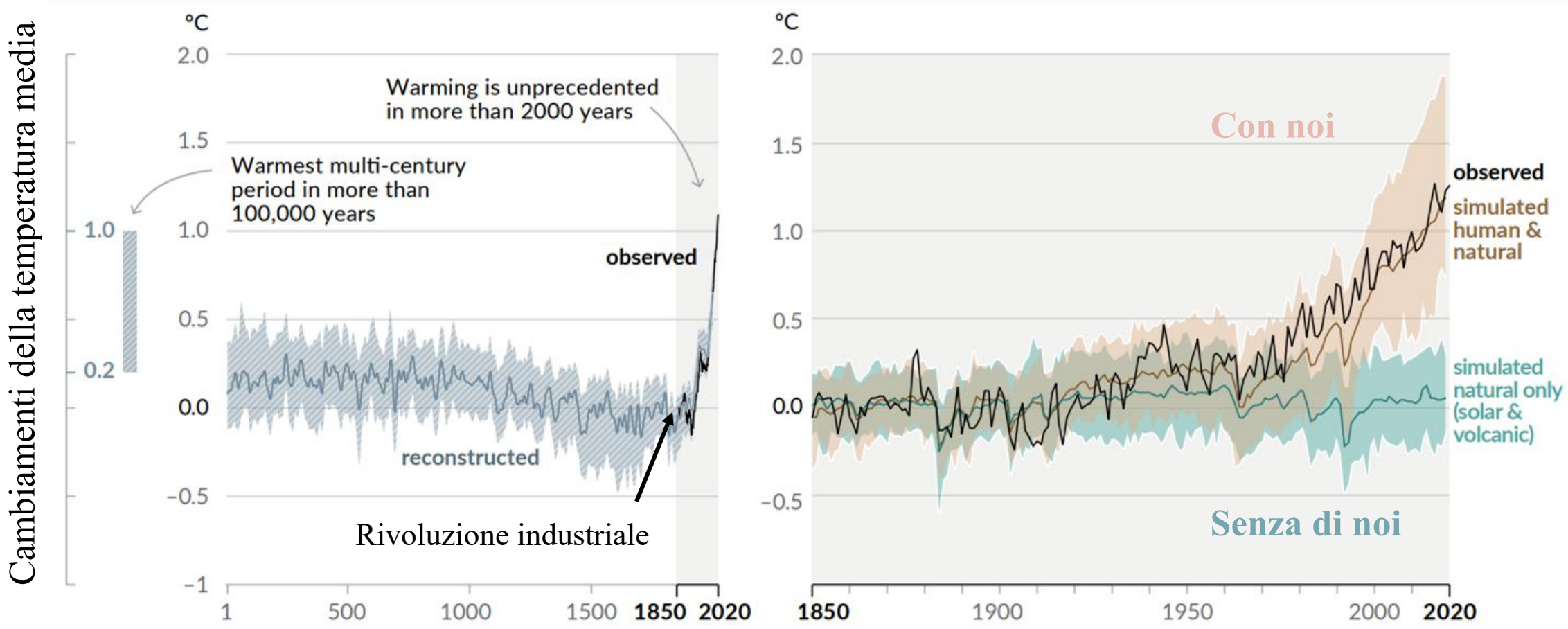
Gli oceani immagazzinano tanta energia termica e tanta anidride carbonica disciolta



https://www2.whoi.edu/site/argo/impacts/warming-ocean/

Dati dal passato

Abbiamo dimostrato che i colpevoli siamo noi

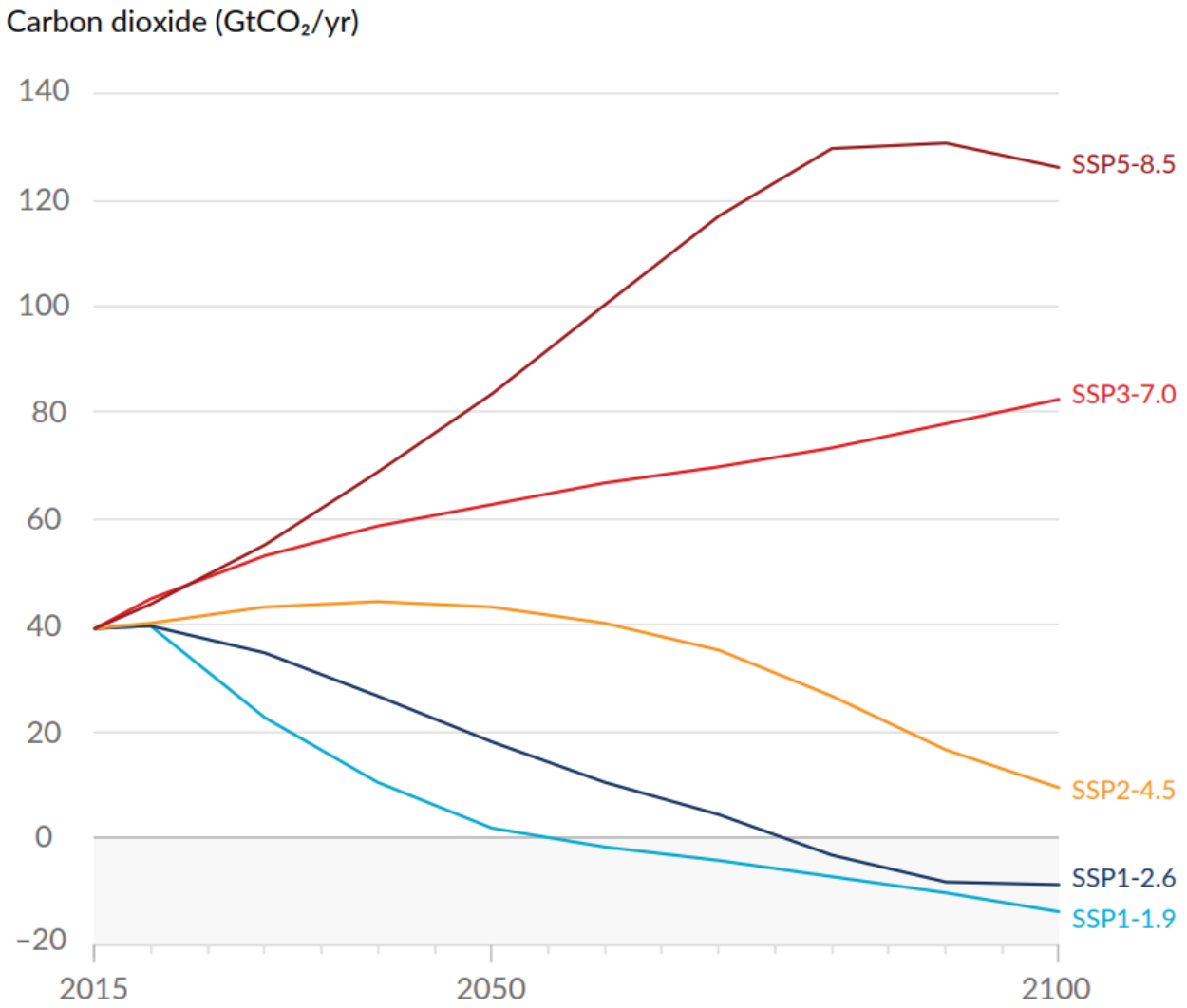


IPCC AR6 (2021)

Proiezioni per il futuro

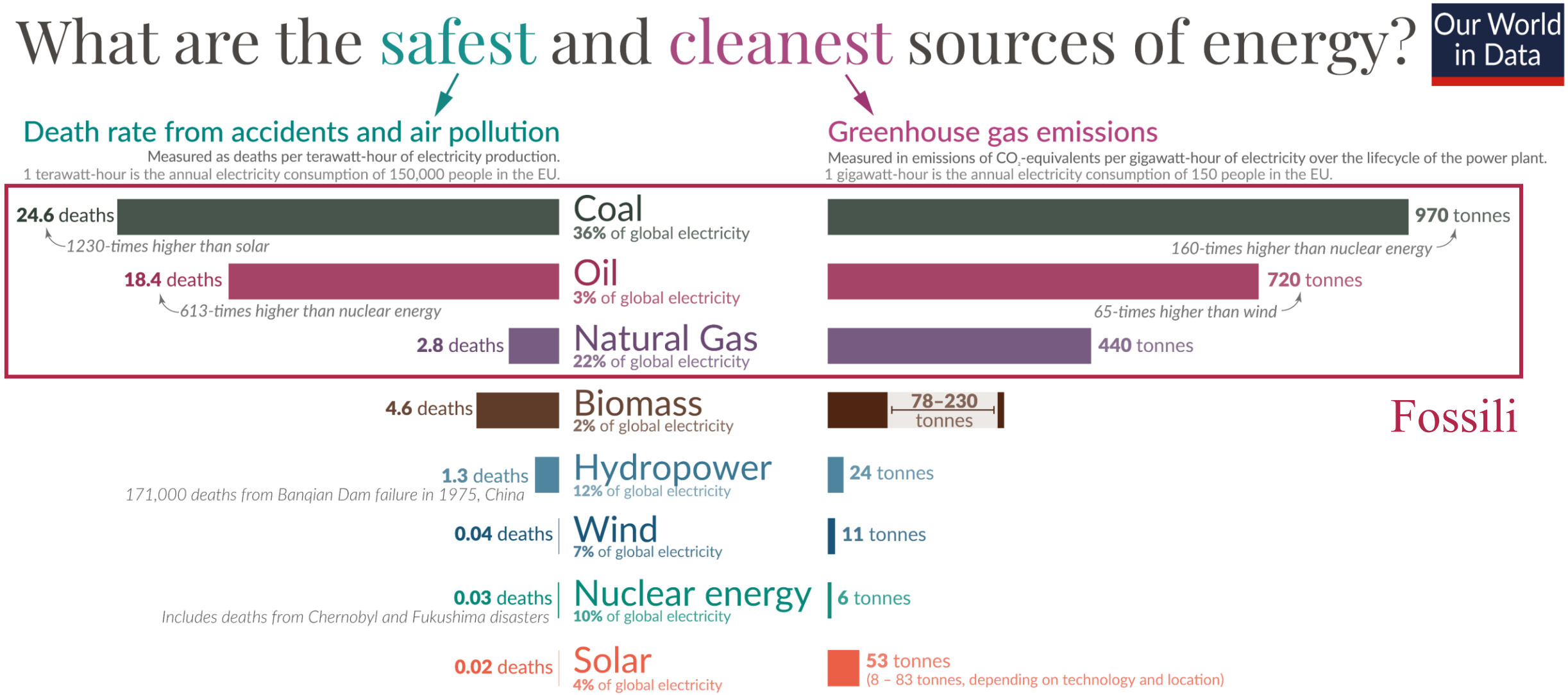
Vengono usati modelli con diverse emissioni di gas serra come l' SSP5-8.5 (molto alte) o l' SSP1-1.9 (zero nel 2050 e poi negative)

Più lo scenario è ottimistico più necessitano profondi cambiamenti.



IPCC AR6 (2021)

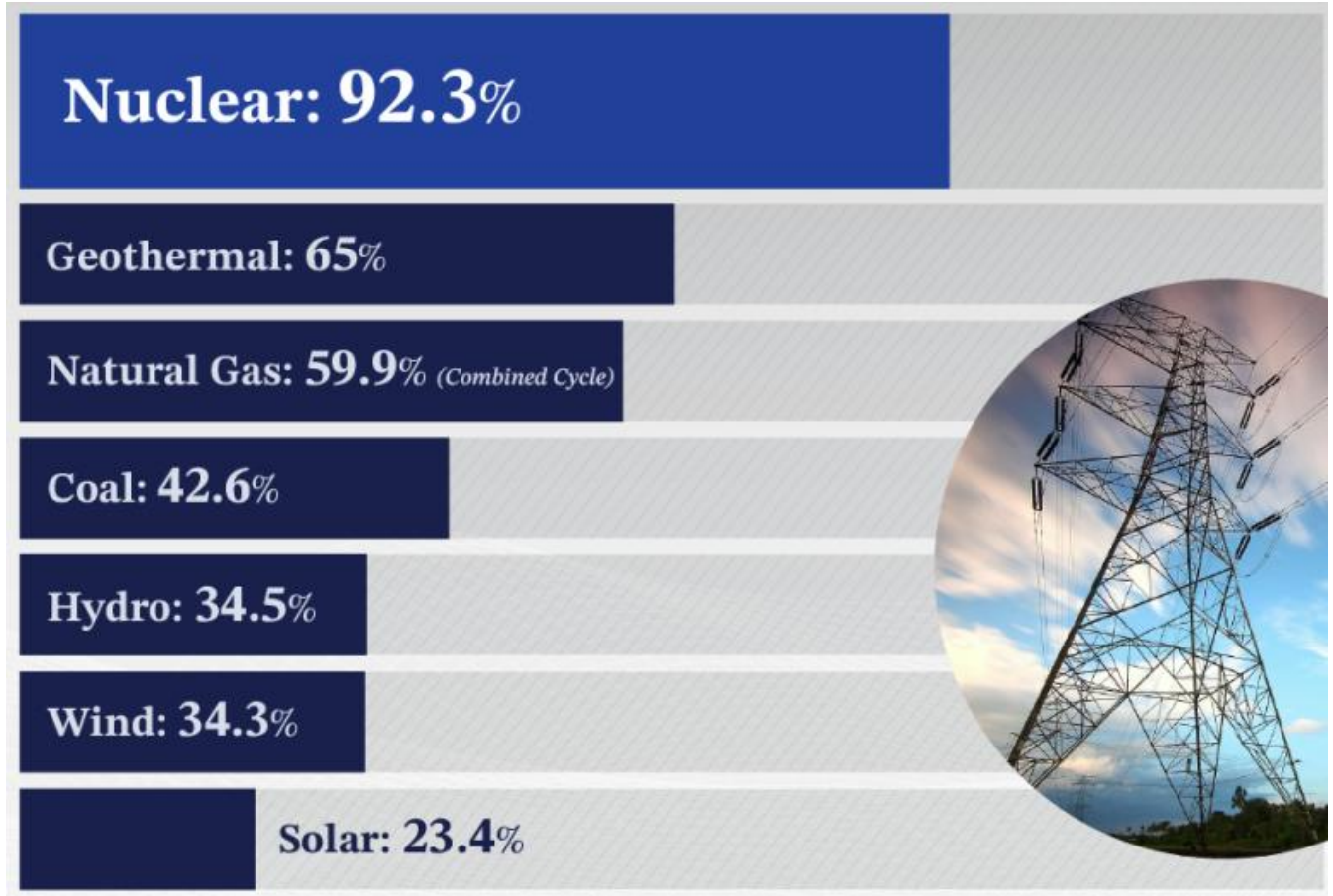
Dobbiamo abbandonare il fossile!



Esempi di Fattore di Capacità

$$FC = \frac{E_{tot}\ (MWh)}{P_{inst}\ (MW) \times t_{tot}\ (h)}$$

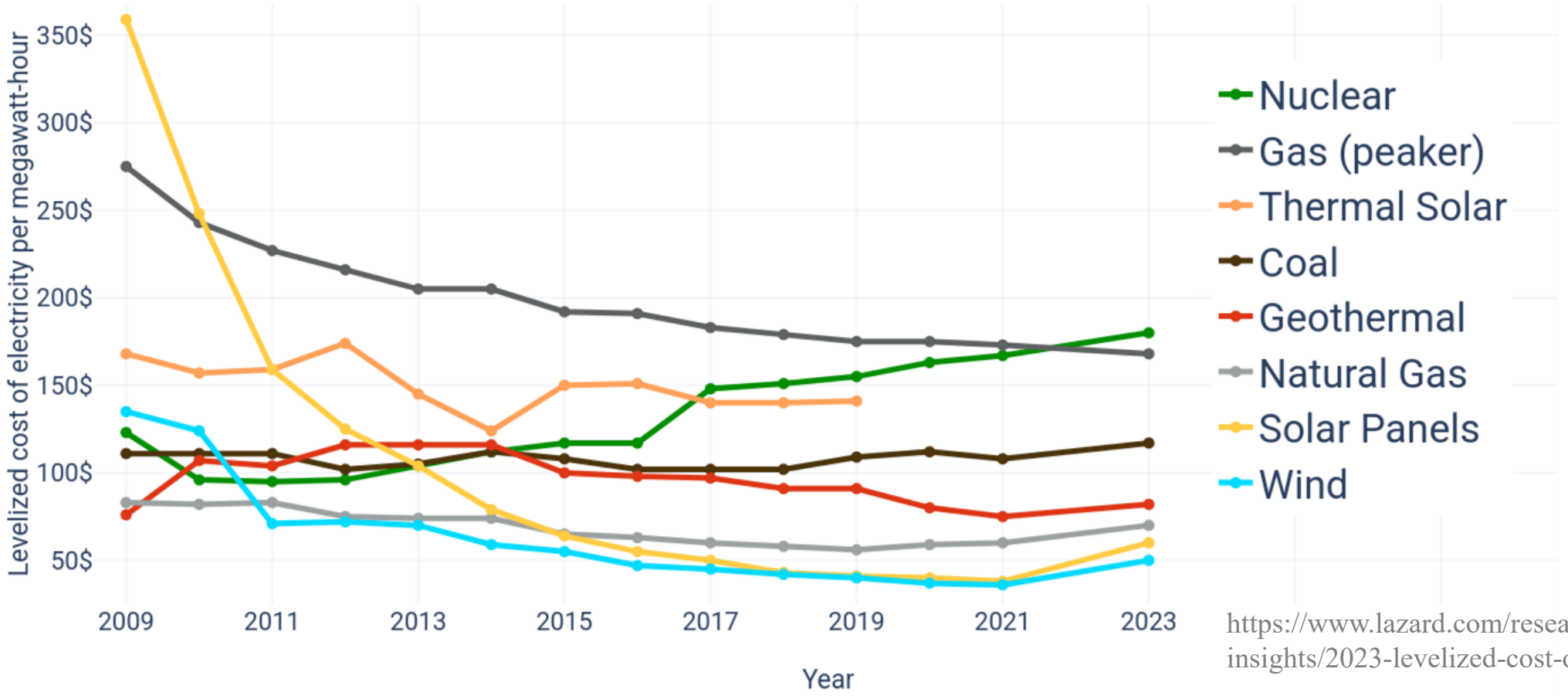
“Quanta energia di quella sorgente riusciamo a sfruttare”



https://www.energy.gov/ne/articles/what-generation-capacity (2024)

Esempi di LCOE

$$\text{LCOE} = \frac{\text{sum of costs over lifetime (\$)}}{\text{sum of electrical energy produced over lifetime (MWh)}}$$



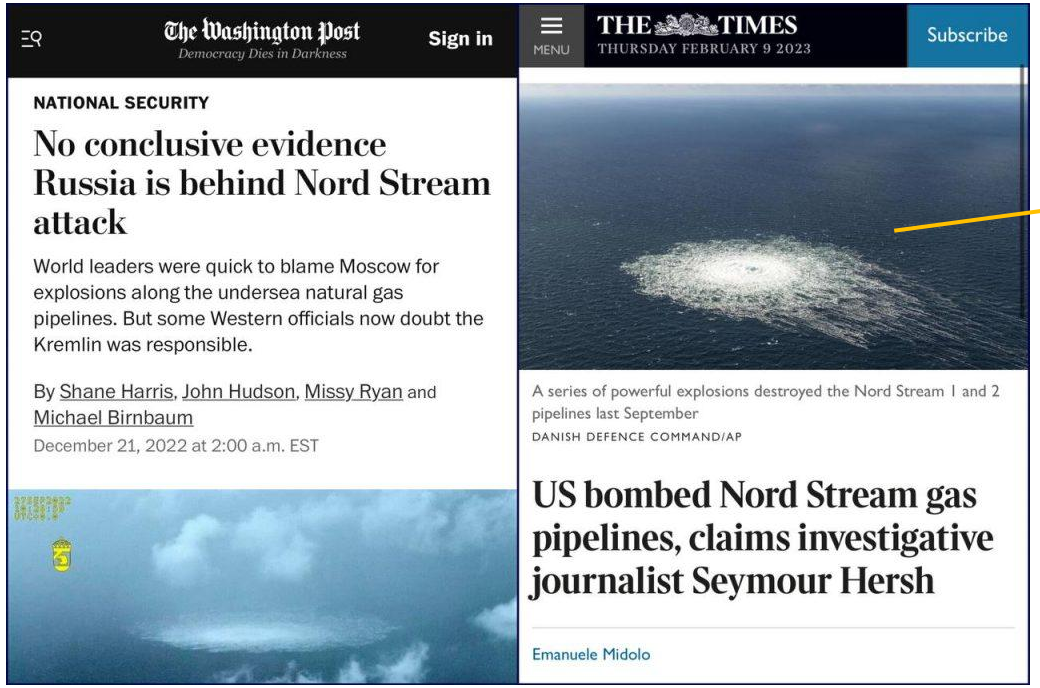
https://www.lazard.com/research-insights/2023-levelized-cost-of-energyplus/

Politica e sicurezza


The New York Times

Late Edition

WAR IN UKRAINE


The Washington Post
Democracy Dies in Darkness
Sign in

NATIONAL SECURITY

No conclusive evidence Russia is behind Nord Stream attack

World leaders were quick to blame Moscow for explosions along the undersea natural gas pipelines. But some Western officials now doubt the Kremlin was responsible.

By Shane Harris, John Hudson, Missy Ryan and Michael Birnbaum

December 21, 2022 at 2:00 a.m. EST

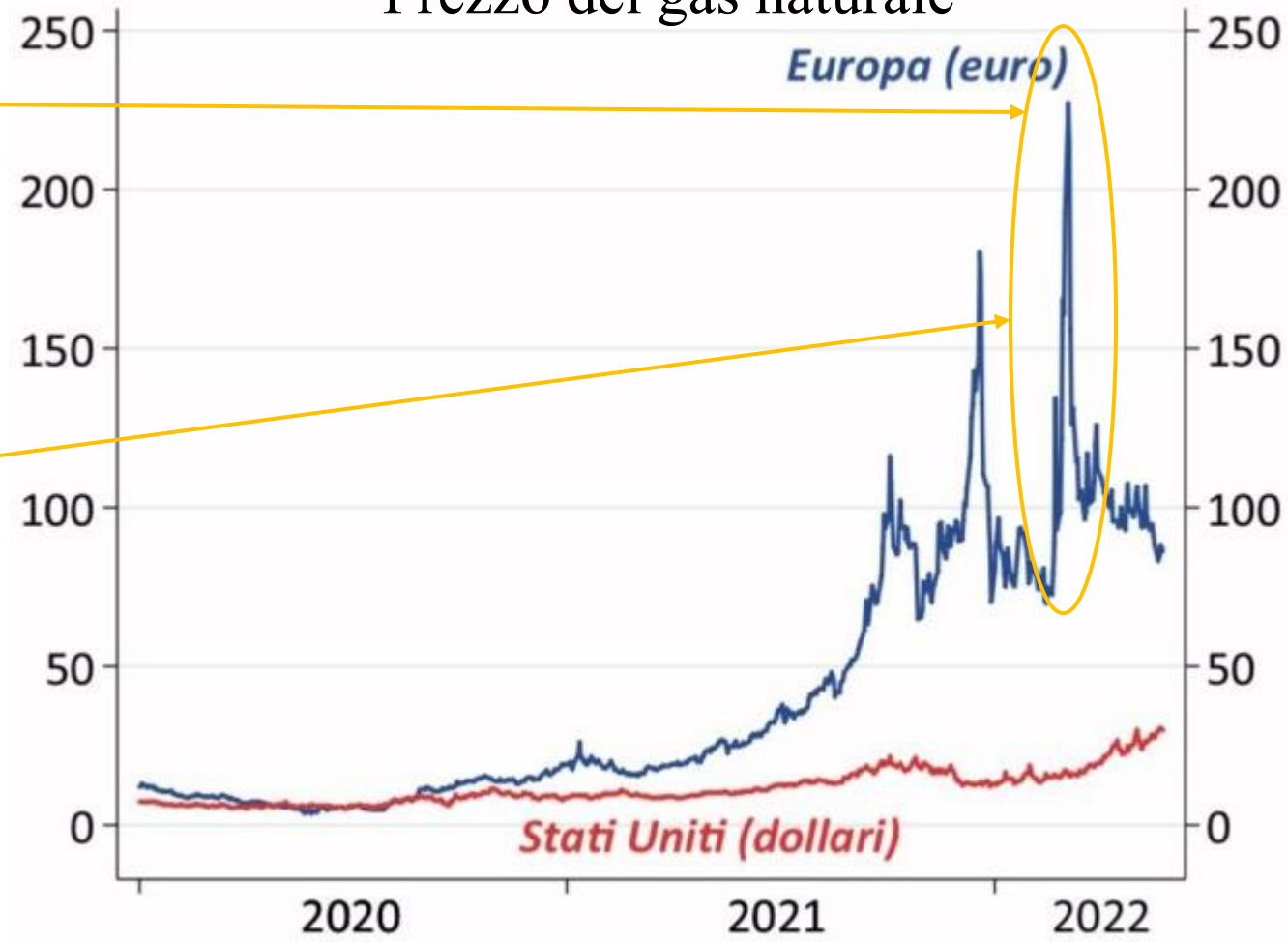
MENU
THE TIMES
THURSDAY FEBRUARY 9 2023
Subscribe

A series of powerful explosions destroyed the Nord Stream 1 and 2 pipelines last September
DANISH DEFENCE COMMAND/AP

US bombed Nord Stream gas pipelines, claims investigative journalist Seymour Hersh

Emanuele Midolo

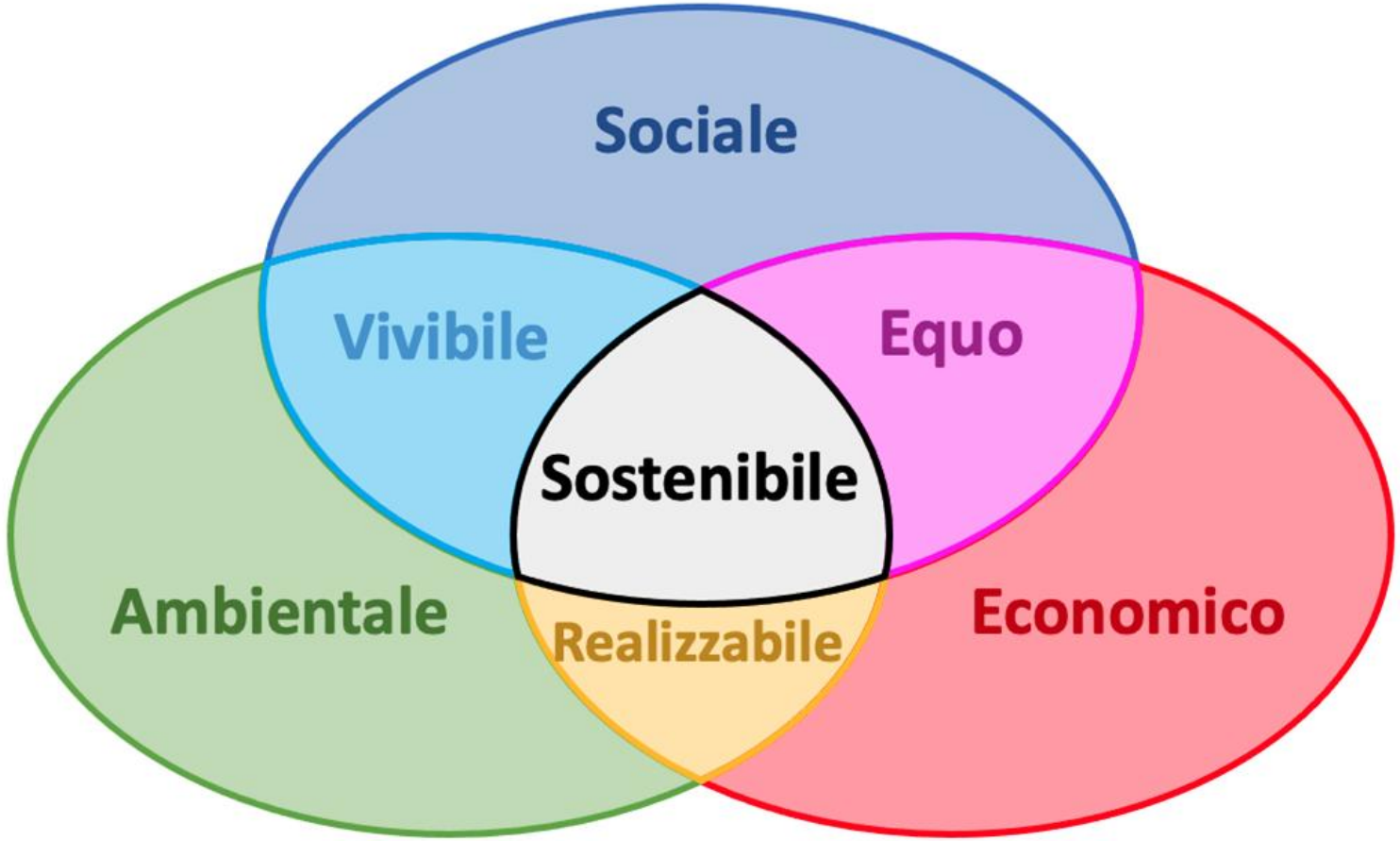
Prezzo del gas naturale



https://www.suerf.org/publications/suerf-policy-notes-and-briefs/monetary-policy-and-inflation-recent-developments/

Triangolo della sostenibilità

Far sì che lo sviluppo sia sostenibile significa renderlo tale non solo dal punto di vista ambientale, ma anche sociale ed economico



Perché un gioco sul cambiamento climatico?

Problemi socio-scientifici: trade-off economici, ambientali e sociali senza risposta unica

Servono pensiero critico, prospettiva e argomentazione

Concezioni errate e disinformazione sono persistenti, quindi la trasmissione di fatti non basta



Sfide che attivano il ragionamento

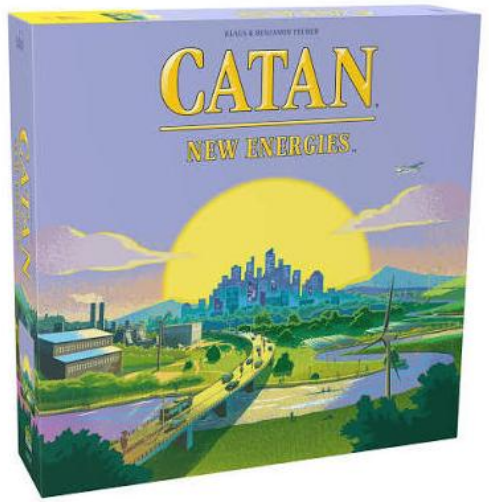
Debriefing

Clark et al. *"Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis"*, Review of Educational Research (2016)
Eisenack, *"A climate change board game for interdisciplinary communication and education"*, Simulation & Gaming (2013)

Perché un gioco sul cambiamento climatico?





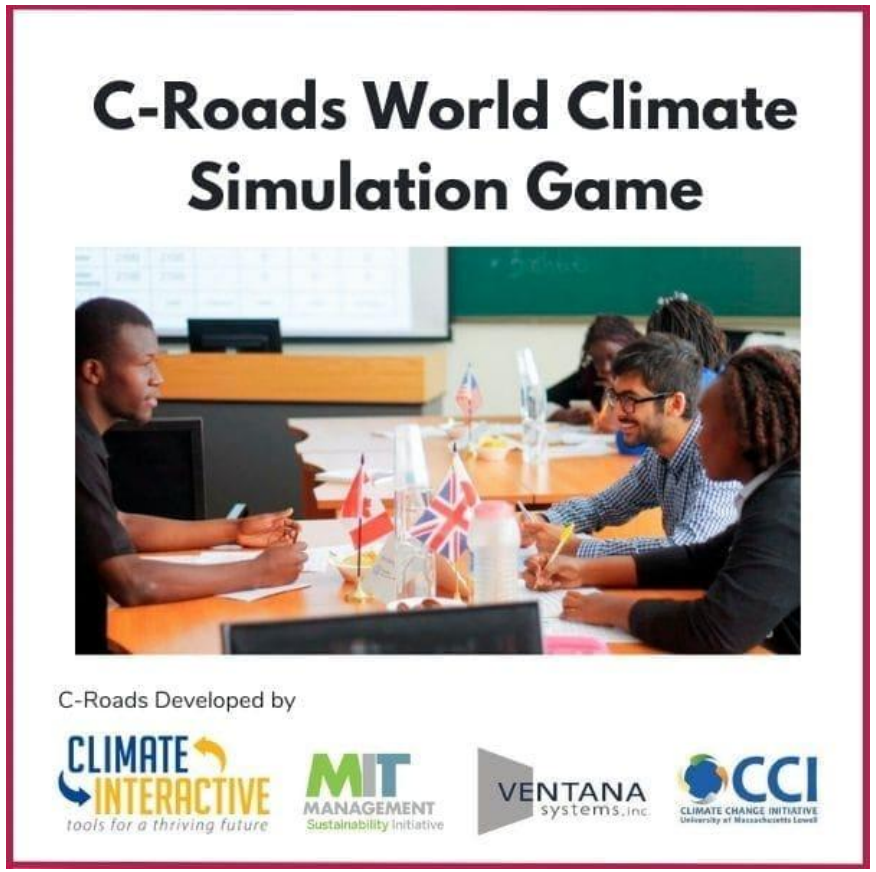


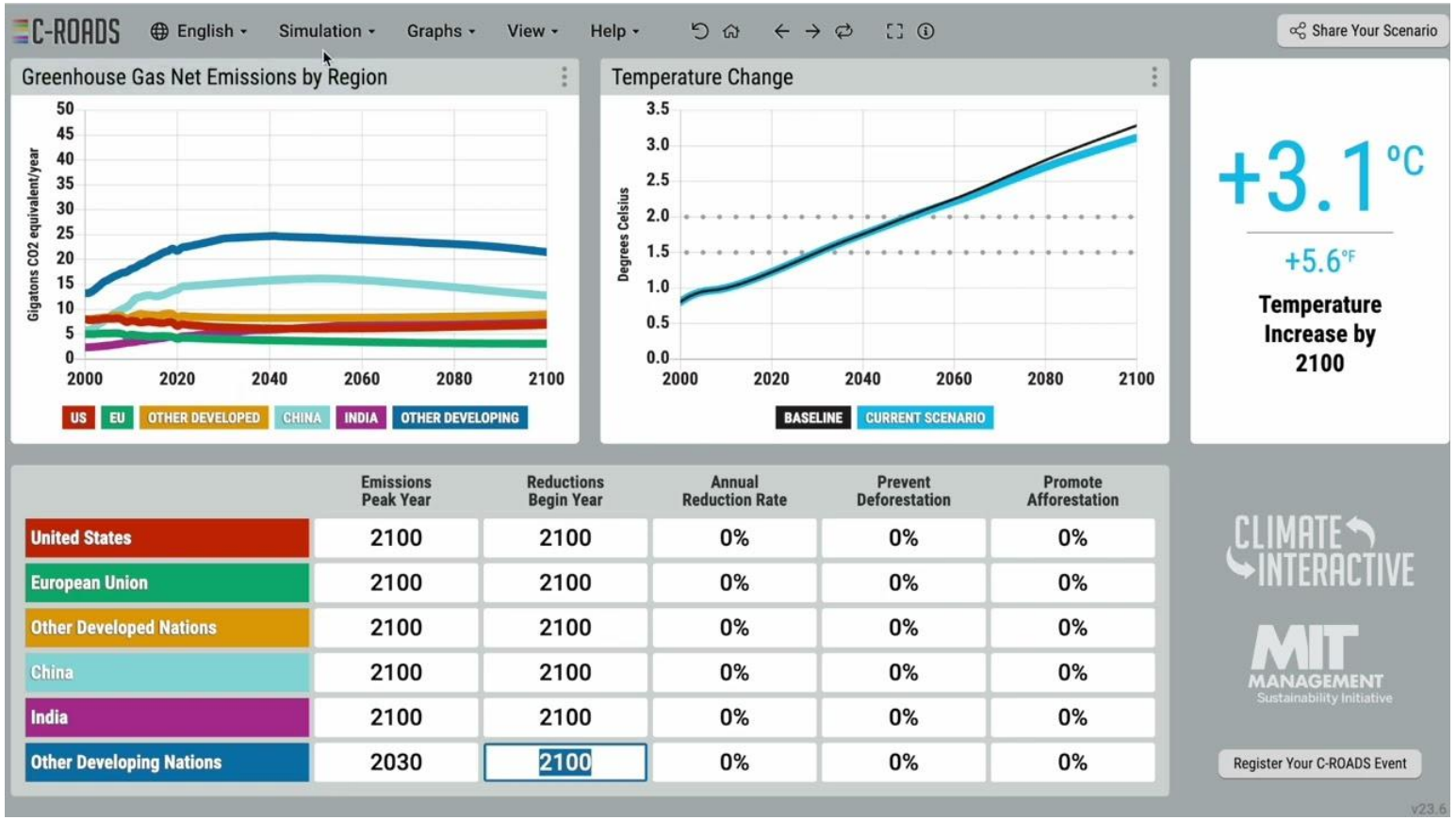


Lanezki, M., Siemer, C., & Wehkamp, S. *"Changing the game-neighbourhood"*, Sustainability MDPI (2020)

González-López et al. "*Beyond the Board and into the Classroom: CATAN-New Energies' Potential for Climate Education*", IEEE Global Engineering Education Conference (2025)

Perché un gioco sul cambiamento climatico?





Rooney-Varga et al. *"Combining role-play with interactive simulation to motivate informed climate action: Evidence from the World Climate simulation"*, PloS one (2018)

Idea

Far comprendere la complessità della transizione energetica e dello sviluppo sostenibile



Modalità interattiva e divertente ma adatta per attività in classe

Poweri noi! Watt should we do?

Quanto è efficace un gioco da tavolo per comprendere i concetti relativi alla transizione energetica e al cambiamento climatico negli studenti delle scuole secondarie?



Poweri noi! Watt should we do?

Il gioco prevede l'utilizzo di **più mazzi di carte**

(immagini realizzate con intelligenza artificiale)

Ideogram

Midjourney

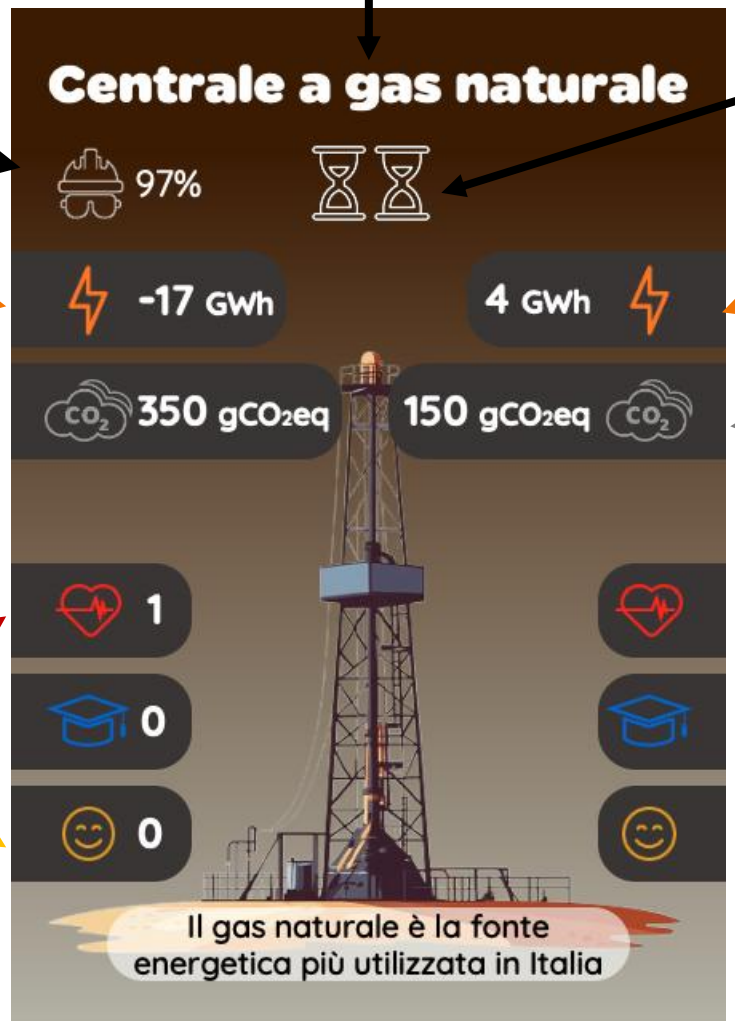


Obiettivo del gioco

Vince chi massimizza i propri tre parametri di prosperità salute (), l' istruzione () e il consenso(), aumentando la produzione di energia () e mantenendo basse le emissioni di CO2 ().

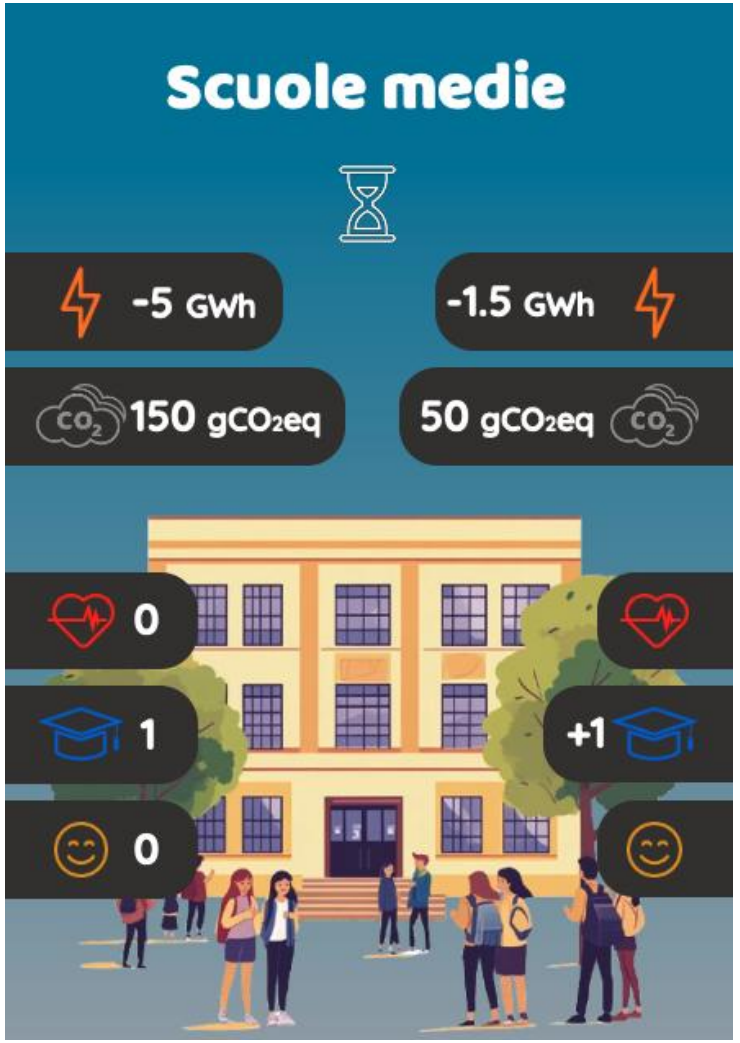


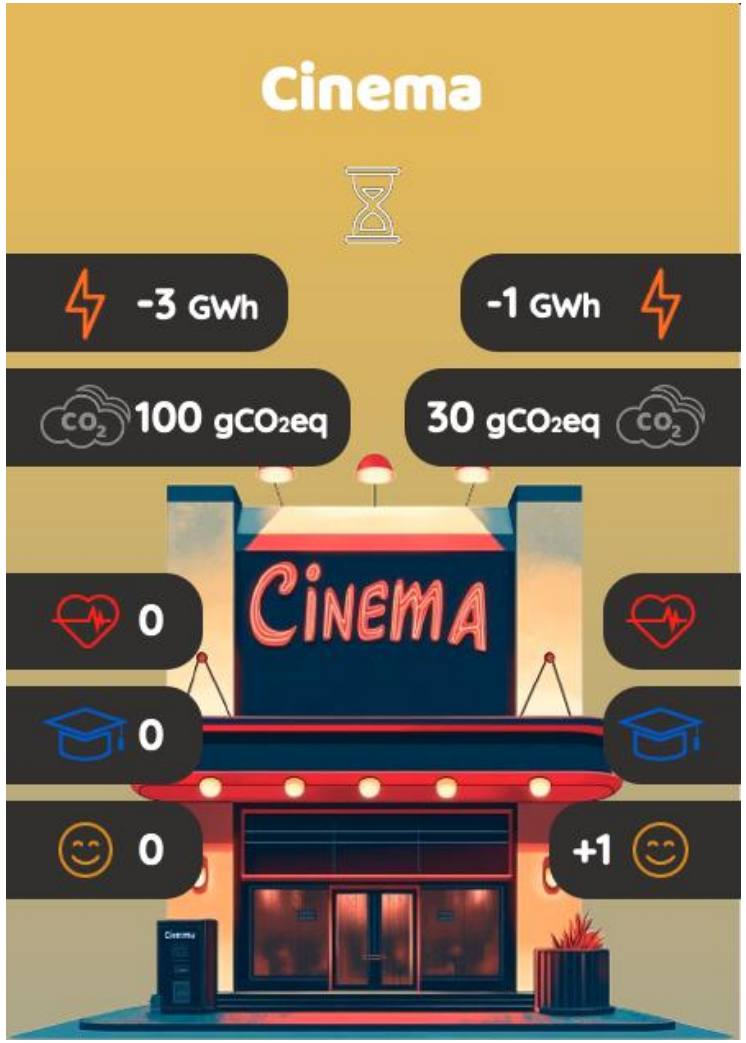
Carte


Nome
Centrale a gas naturale
Sicurezza
97%
Tempo di costruzione
Costo di costruzione
-17 GWh
4 GWh
Energia di mantenimento
Emissioni alla costruzione
350 gCO2eq
150 gCO2eq
Emissioni di mantenimento
1
0
0
Parametri prosperità necessari
Parametri prosperità guadagnati
Il gas naturale è la fonte energetica più utilizzata in Italia

Carte

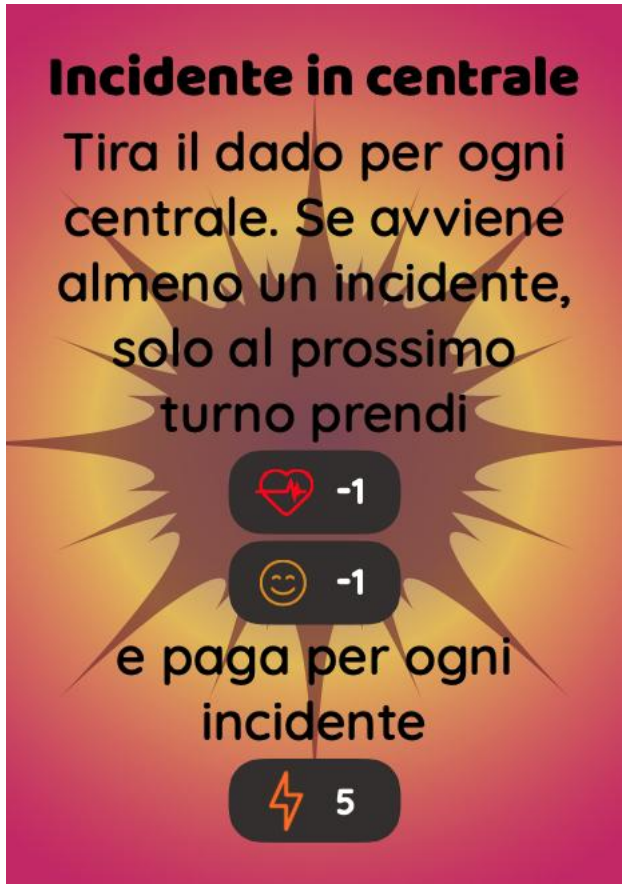

Ospedale
-7 GWh
-2 GWh
200 gCO2eq
70 gCO2eq
2
+1
0
0


Scuole medie
-5 GWh
-1.5 GWh
150 gCO2eq
50 gCO2eq
0
1
0
+1


Cinema
-3 GWh
-1 GWh
100 gCO2eq
30 gCO2eq
CINEMA
0
0
0
+1

Eventi

Concede il tempo di riflettere su quanto una fonte sia o non sia sicura





Permette di ragionare sul legame tra inquinamento e aumento di temperatura media globale (il famoso valore limite di 1.5°C **da non superare**)

Gameplay

@ BergamoScienza



Progetto di tesi laurea magistrale
dr. Simone Verdi (2025)



Python

Turno 5

	Salute	Istruzione	Consenso	Energia (GWh)	CO2 (gCO2eq)	In costruzione	Produzione	Consumo
Carbonia	1.0 ❤️	1.0 🎓	1.0 😊	30.0 ⚡	1850.0 ☁️		5.0 ⚡	-4.0 ⚡
Petrolia	1.0 ❤️	1.0 🎓	-	25.0 ⚡	1850.0 ☁️		5.0 ⚡	-4.0 ⚡
Solaria	1.0 ❤️	-	-	12.0 ⚡	2070.0 ☁️	⚫	5.0 ⚡	-18.0 ⚡
Eolia	-	2.0 🎓	1.0 😊	25.0 ⚡	1850.0 ☁️		5.0 ⚡	-4.0 ⚡

Turno 6

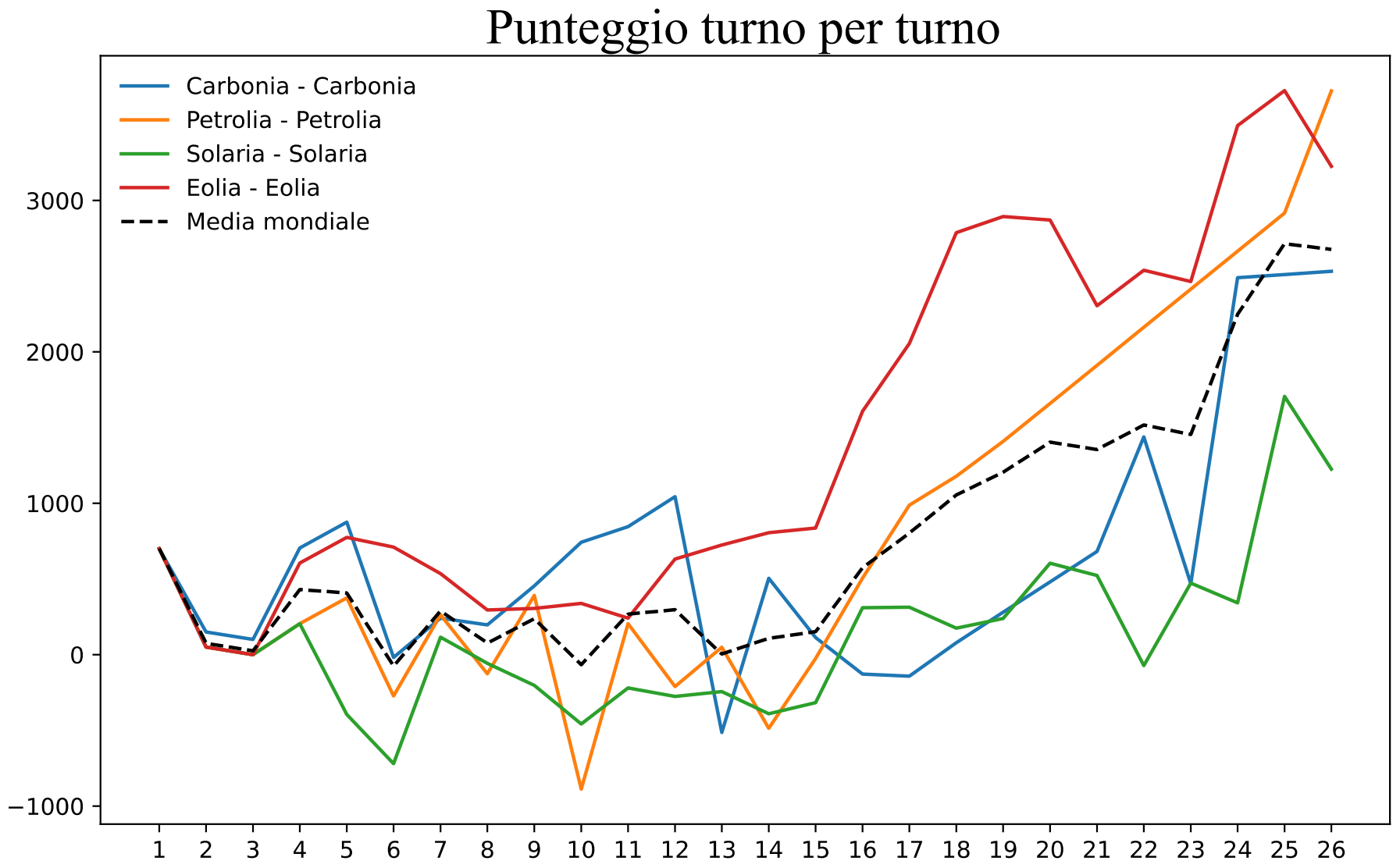
	Salute	Istruzione	Consenso	Energia (GWh)	CO2 (gCO2eq)	In costruzione	Produzione	Consumo
Carbonia	-	1.0 🎓	1.0 😊	15.8 ⚡	2270.0 ☁️		5.0 ⚡	-19.0 ⚡
Petrolia	-	1.0 🎓	-	20.0 ⚡	2145.0 ☁️		5.0 ⚡	-5.0 ⚡
Solaria	-	1.0 🎓	-	11.0 ⚡	2680.0 ☁️		5.0 ⚡	-4.0 ⚡
Eolia	-	3.0 🎓	1.0 😊	16.0 ⚡	2420.0 ☁️		5.0 ⚡	-7.0 ⚡



Debriefing

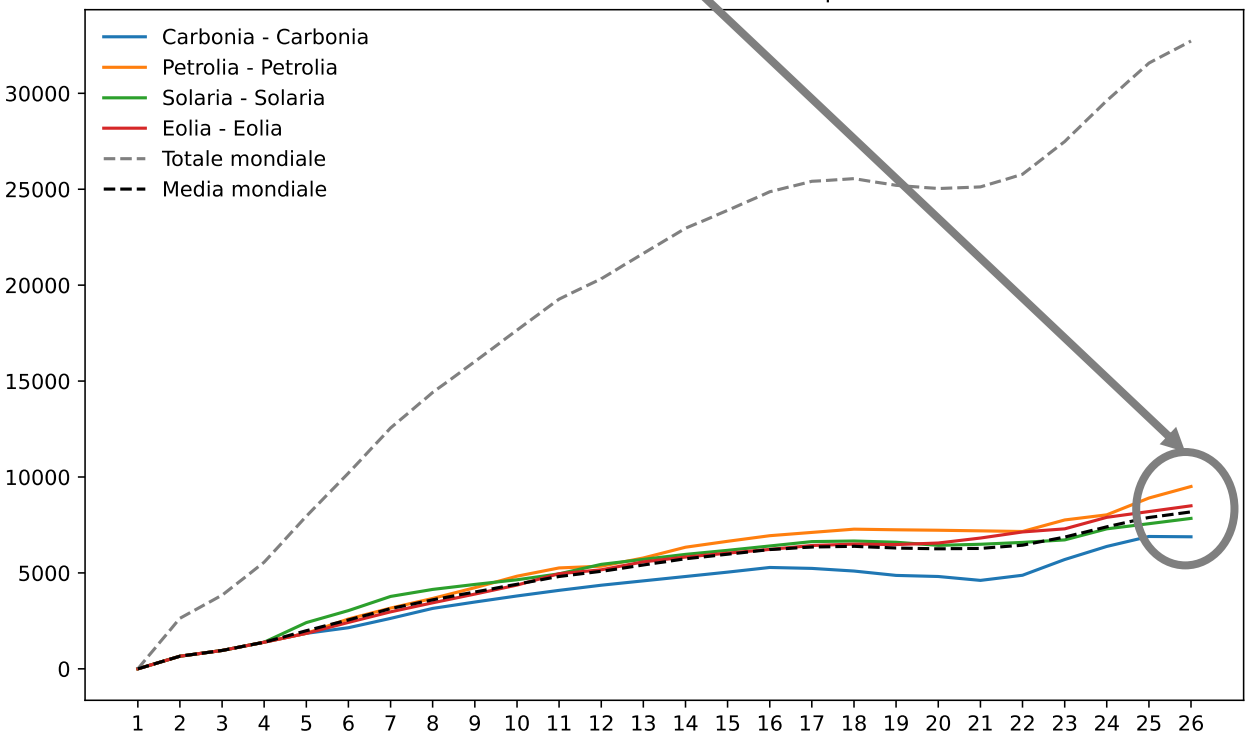
25 turni
(circa 2 ore di gioco)

Grafico realizzato
con un codice Python
appositamente
realizzato

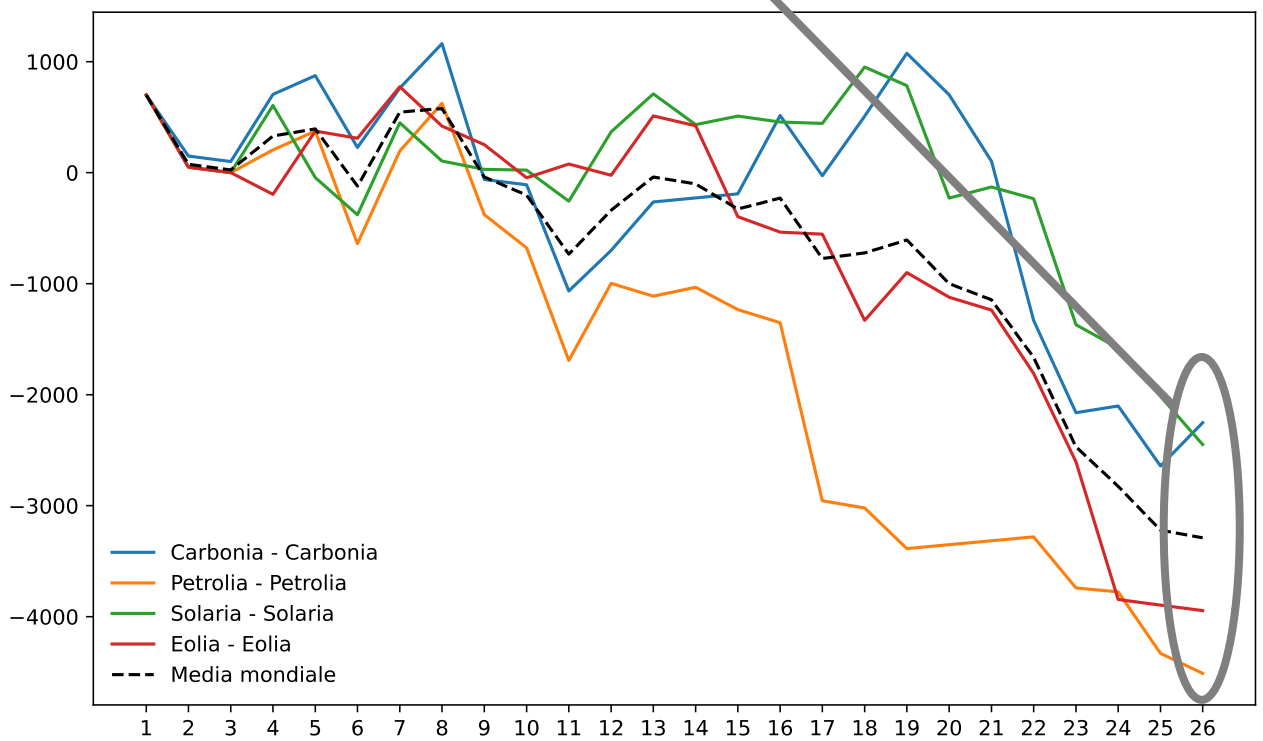


I grafici

Alte emissioni



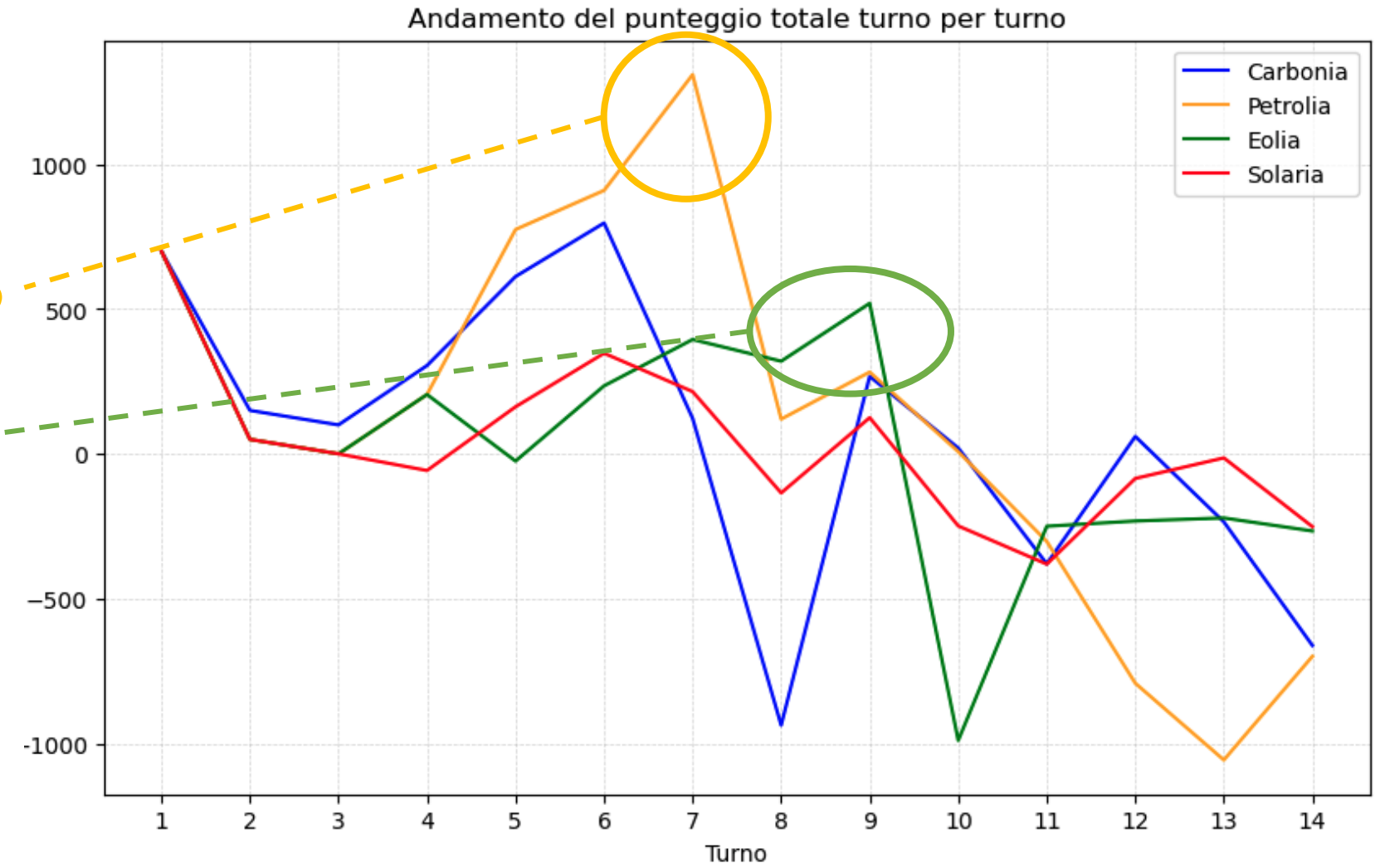
Punteggio negativo



I grafici

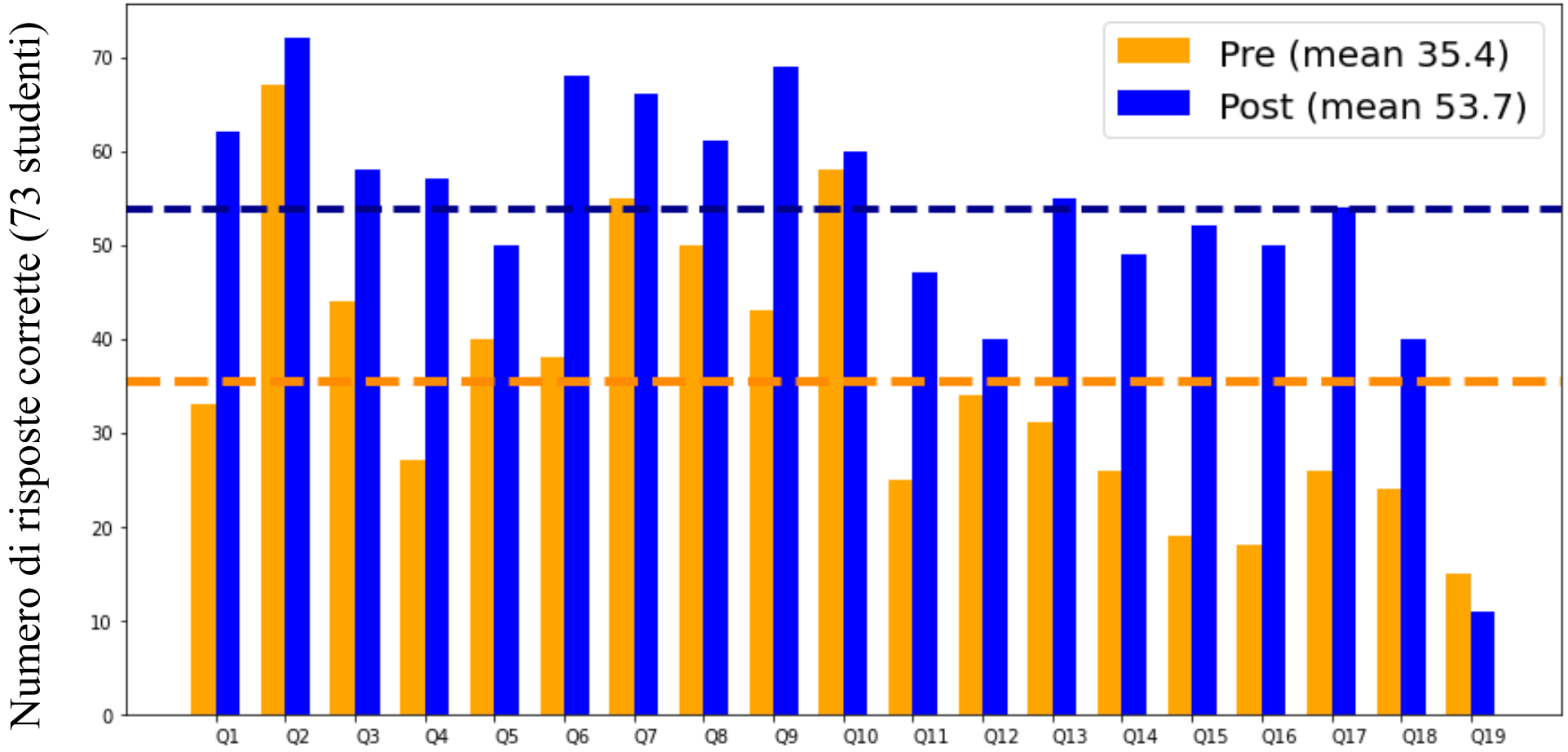
Frazionamento del rischio

Tempi della transizione



Risultati test didattico

Questionario a risposta multipla (5 risposte, 1 corretta)



Istogramma transizioni

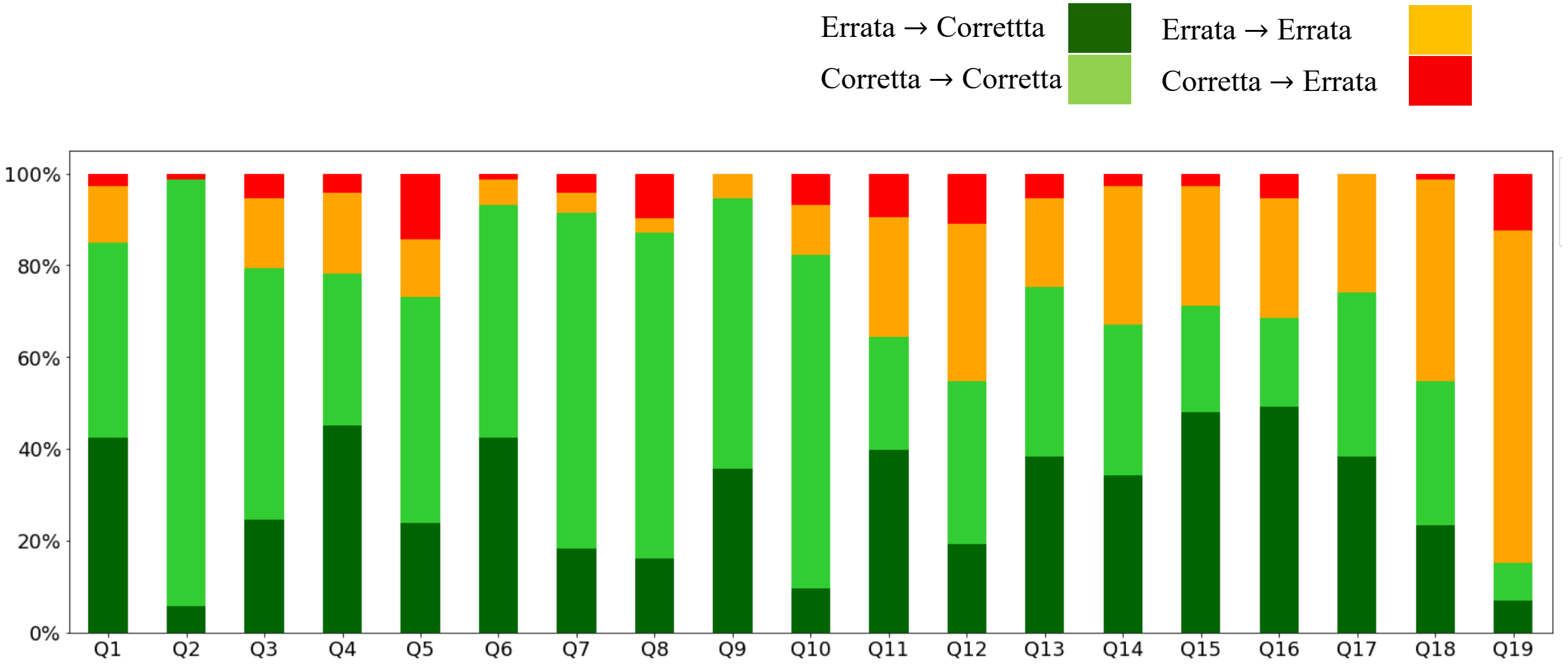


Tabella di contingenza



Which is the most used renewable source in Italy?

	Post Correct	Post Wrong 1	Post Wrong 2	Post Wrong 3	Post Wrong 4
Pre Correct	23.3%	0.0%	1.4%	0.0%	1.4%
Pre Wrong 1	19.2%	8.2%	1.4%	1.4%	0.0%
Pre Wrong 2	8.2%	1.4%	1.4%	0.0%	1.4%
Pre Wrong 3	2.7%	2.7%	0.0%	1.4%	0.0%
Pre Wrong 4	17.8%	2.7%	0.0%	1.4%	2.7%

C: Hydroelectric
W1: Wind
W2: Geothermic
W3: I don't know
W4: Solar

Students that answered "Solar":
Pre: 21.9% → Post: 4.1%



Tabella di contingenza



How many nuclear power plants are present in Italy?

	Post Correct	Post Wrong 1	Post Wrong 2	Post Wrong 3	Post Wrong 4
Pre Correct	19.2%	0.0%	1.4%	4.1%	0.0%
Pre Wrong 1	1.4%	2.7%	0.0%	0.0%	1.4%
Pre Wrong 2	1.4%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%
Pre Wrong 3	39.7%	0.0%	0.0%	17.8%	0.0%
Pre Wrong 4	6.8%	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%

C: 5
W1: 1
W2: 10
W3: None
W4: I don't know

Students that answered "None":
Pre: 57.5% → Post: 21.9%

Tabella di contingenza



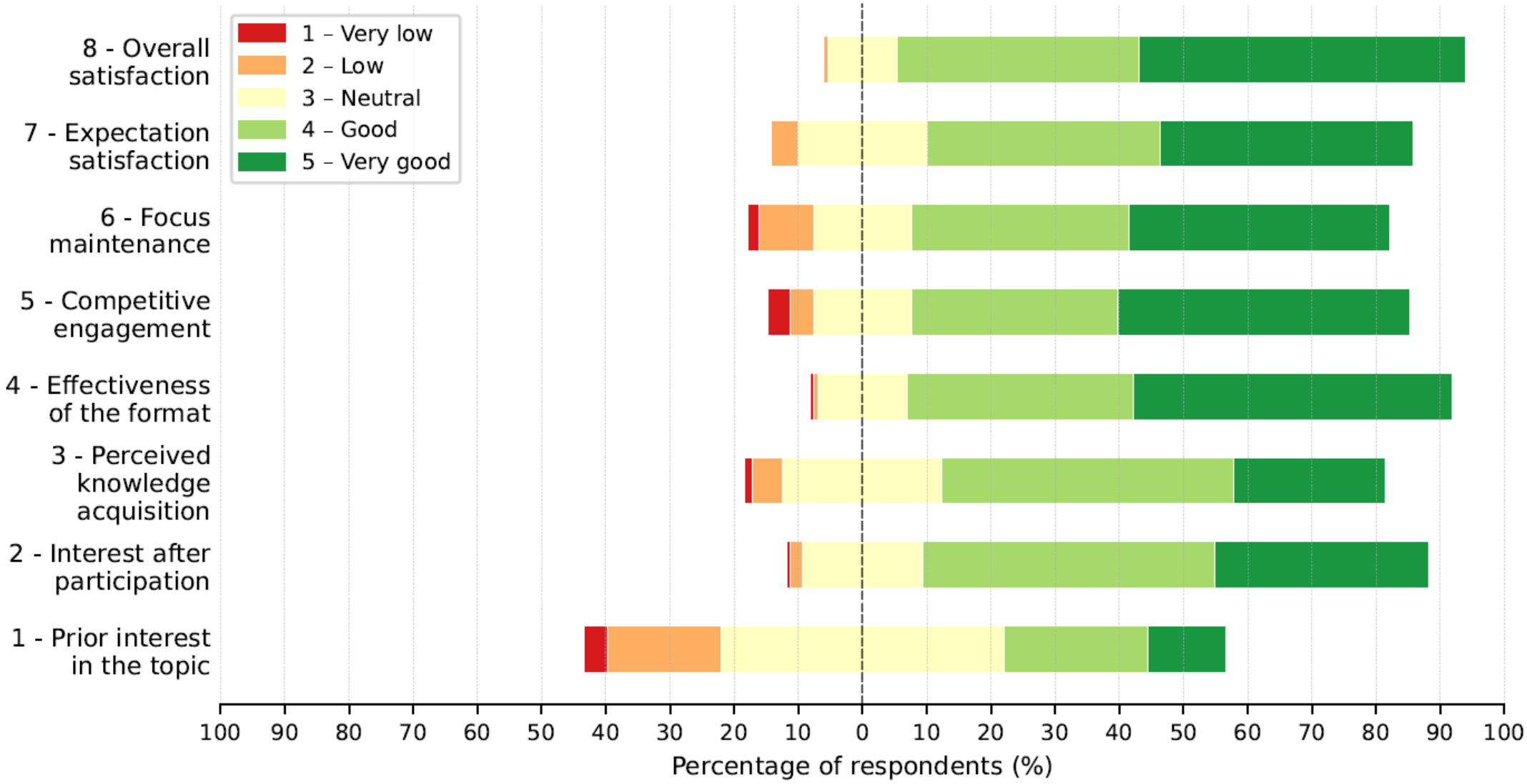
Which countries are more exposed to climate change?

	Post Correct	Post Wrong 1	Post Wrong 2	Post Wrong 3	Post Wrong 4
Pre Correct	8.2%	0.0%	2.7%	0.0%	9.6%
Pre Wrong 1	0.0%	6.8%	0.0%	0.0%	12.3%
Pre Wrong 2	2.7%	0.0%	4.1%	0.0%	2.7%
Pre Wrong 3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8.2%
Pre Wrong 4	4.1%	1.4%	0.0%	0.0%	37.0%

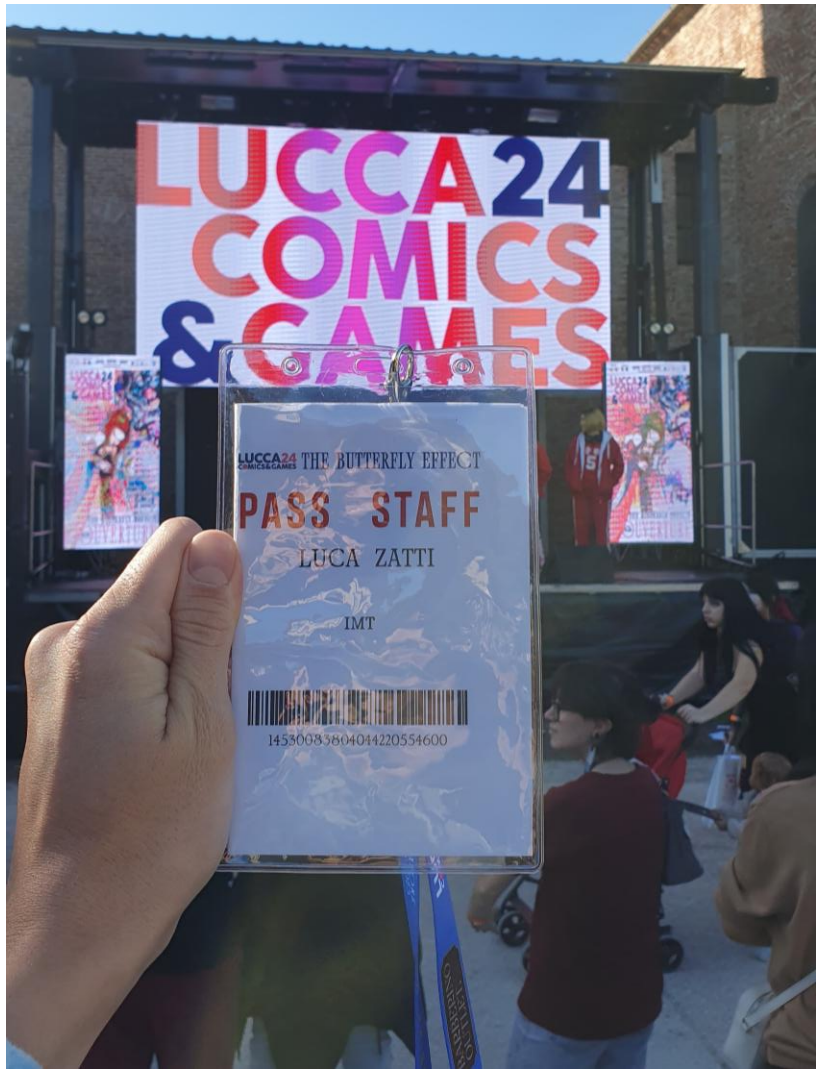
C: Developing countries
W1: Countries facing the the sea
W2: Developed countries
W3: I don't know
W4: All countries in the same way

Students that answered
"All countries in the same way":
Pre: 42.5% → Post: 69.8%

Questionario di gradimento



Grandi successi





Conferenze e fiere

BergamoScienza – Bergamo
ottobre 2024

Lucca Comics and Games - (IMT Lucca)
novembre 2024

Didacta - Firenze (Progetto GAME INFN)
marzo 2025

Play - Bologna (Progetto GAME INFN)
aprile 2025 e maggio 2026



Progetto Erasmus+

PLAY4CHANGE: Debate and play for climate action

UNIVERSITÀ DI PAVIA



LVIV UNIVERSITY

VNiVERSiDAD D SALAMANCA

Universitatea din Iaşi „Alexandru Ioan Cuza“

Progetto Erasmus+

Create a pathway on climate change and sustainability education for high-school teachers and students throughout Europe by building collaboration between partner universities and local schools

Punteggio: 83/100

Soglia minima (2026): 90/100

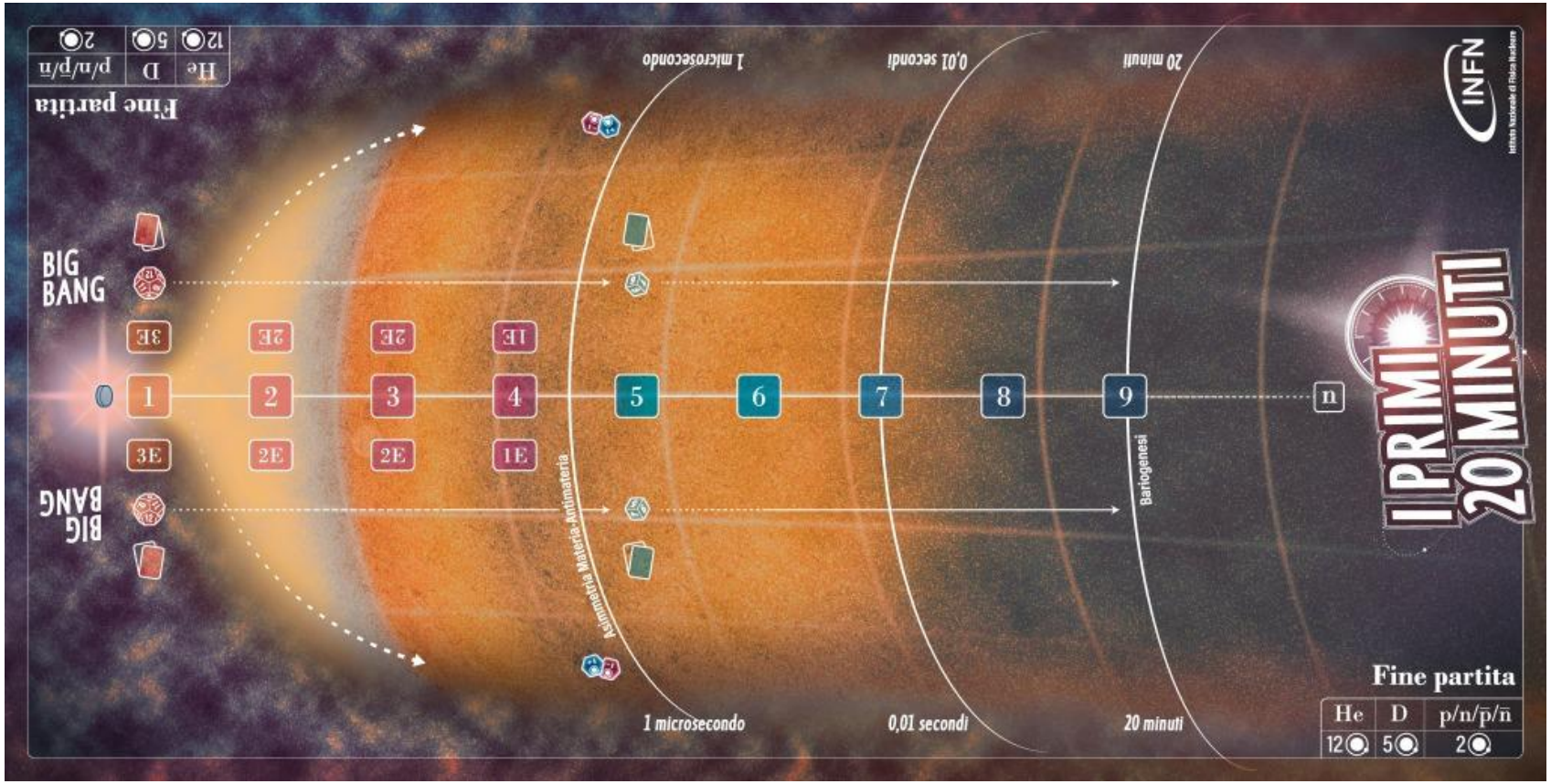


Ma non ci arrendiamo

Altre collaborazioni UniPv e INFN

I primi 20 minuti:
fisica delle particelle

Quark e anti-quark
Formazione di barioni e
dei primi elementi
Annichilazione ed energia



Altre collaborazioni UniPv

QTris

NQSTI
National Quantum Science and Technology Institute



QTris: meccanica quantistica

Stato quantistico
Sovrapposizione
Entanglement
Porte logiche
Misura

Conclusioni

Il gioco è l'ambiente di apprendimento principale

Dinamiche di gioco allineate all'obiettivo didattico

Il gioco propone sfide che attivano il ragionamento

Importanza dell'engagement ma che non significa automaticamente apprendimento



Grazie per l’attenzione





