



1. L'energia nella storia umana

2. L'era dei combustibili

3. L'elettricità, energia moderna

→ 4. Il nucleare sembrava la soluzione

5. La povertà energetica

6. I limiti dello sviluppo

7. Capire il cambiamento del clima

8. Le risorse per il futuro: rinnovabili e altro

9. Quante emissioni possiamo permetterci

10. Lo sviluppo sostenibile

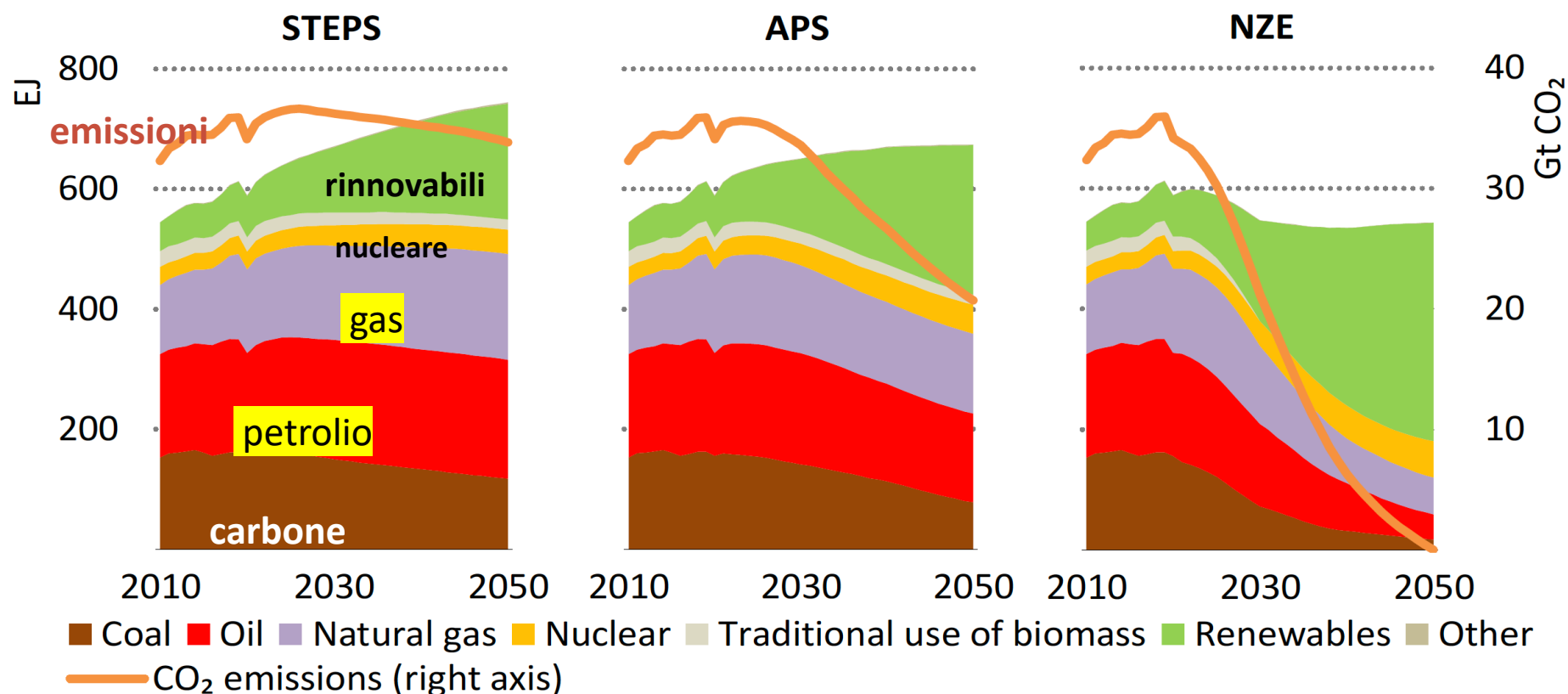
11. Consumatori e servizio pubblico

4.1 L'energia nucleare nel mix energetico mondiale

Il nucleare fornisce il 13% dell'energia elettrica (il 5% dell'energia totale)

Fonti di energia nel mondo

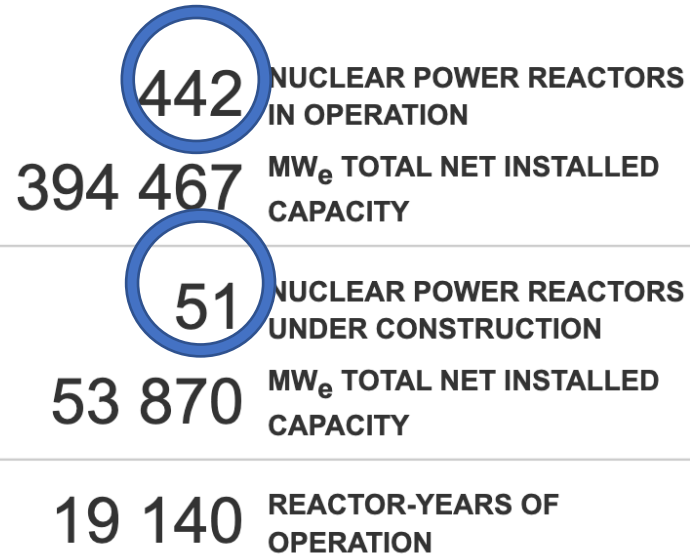
Scenario politiche attuali Scenario interventi annunciati Scenario zero emissioni



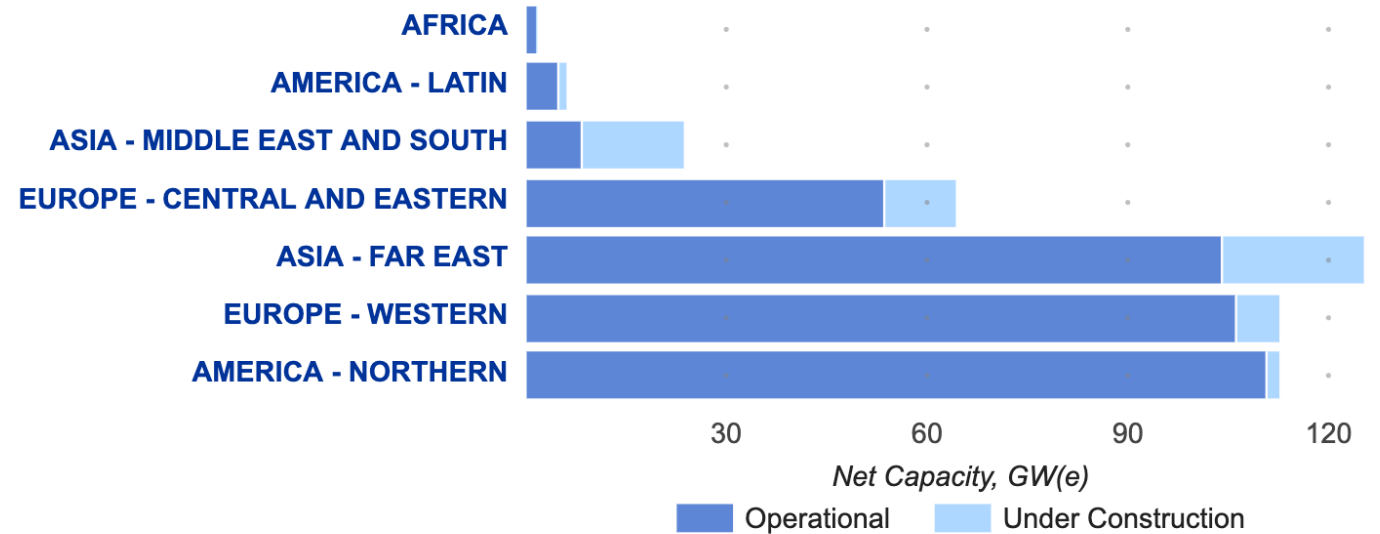
IEA. All rights reserved.

4.2 Impianti nucleari nel mondo

CURRENT STATUS



REGIONAL DISTRIBUTION OF NUCLEAR POWER CAPACITY



1950
Sembrava la soluzione

1960
I combustibili fossili prevalgono

1974
Risposta allo shock: scelte nazionali

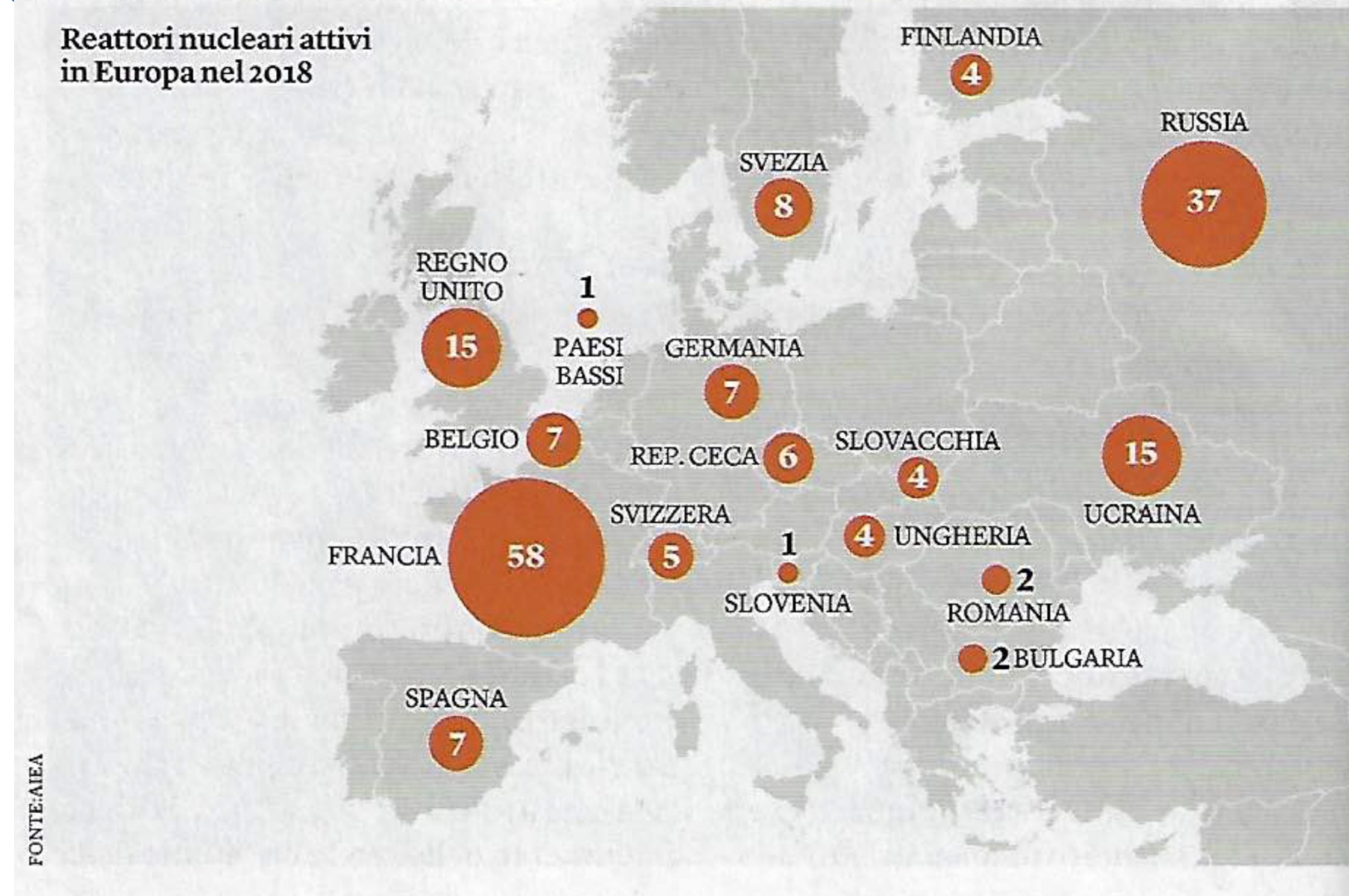
1986
Chernobyl: primo referendum italiano

1990
Rischi, costi: scelte nazionali

2011
Fukushima: abbandoni, secondo referendum italiano

2020
Pericolo clima: ritorno d'interesse

4.3 L'energia nucleare in Europa



4.4 Grandi rischi, bassa probabilità

Grandi rischi a bassa probabilità

- a. **Rischi nel processo**
- b. **Rischi nel contorno**
 - **manutenzione**
 - **trasporto materiale radioattivo**
- c. **Come smaltire le scorie (siti di stoccaggio a breve, a lungo)**

Sviluppi militari

- **impianti per doppio uso**
- **es: arricchimento dell'uranio**

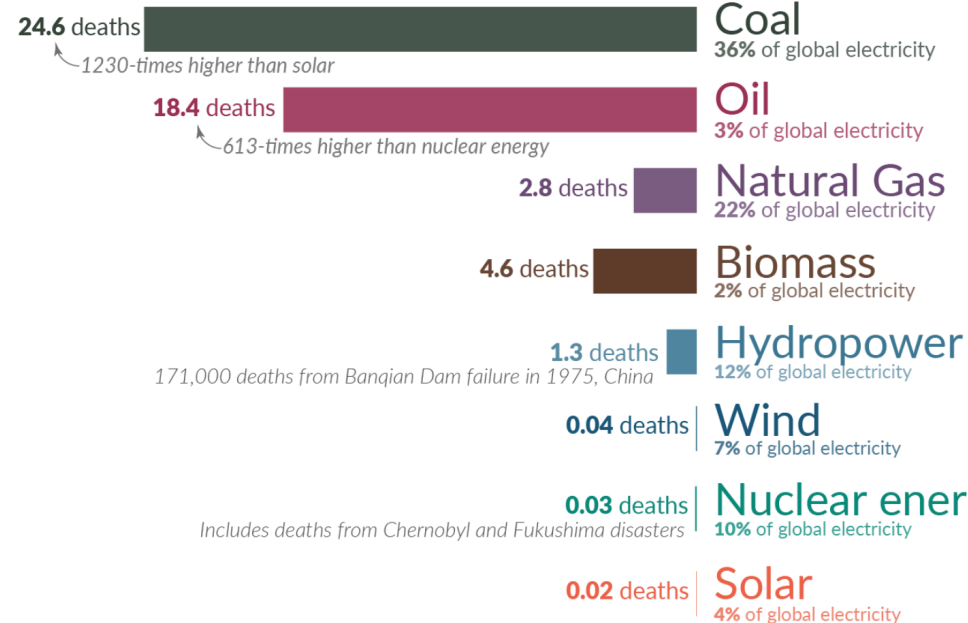
4.4 Grandi rischi, bassa probabilità

What are the **safest** and **cleanest** sources of energy?



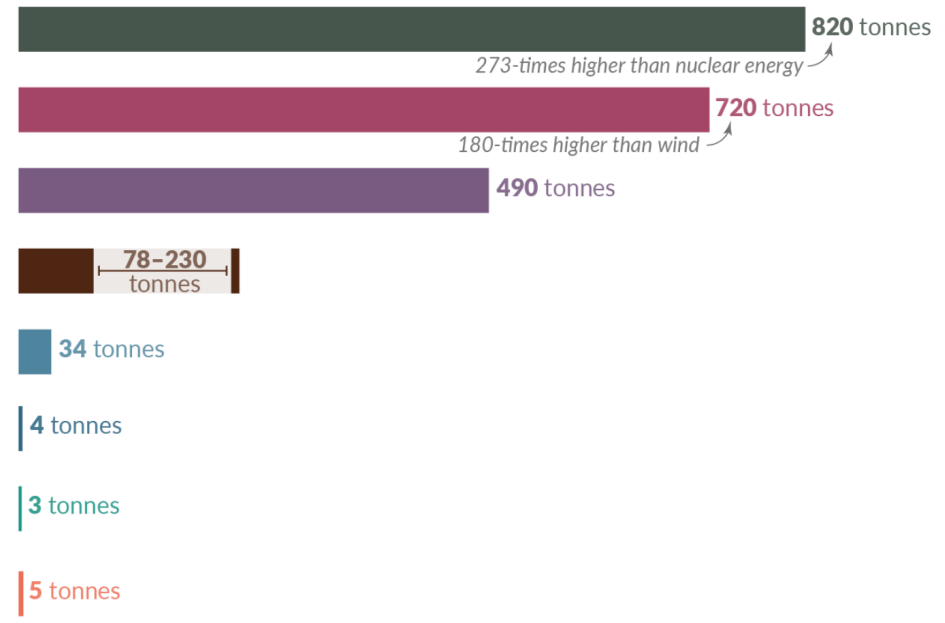
Death rate from accidents and air pollution

Measured as deaths per terawatt-hour of electricity production.
1 terawatt-hour is the annual electricity consumption of 150,000 people in the EU.



Greenhouse gas emissions

Measured in emissions of CO₂-equivalents per gigawatt-hour of electricity over the lifecycle of the power plant.
1 gigawatt-hour is the annual electricity consumption of 150 people in the EU.



Death rates from fossil fuels and biomass are based on state-of-the-art plants with pollution controls in Europe, and are based on older models of the impacts of air pollution on health. This means these death rates are likely to be very conservative. For further discussion, see our article: [OurWorldinData.org/safest-sources-of-energy](https://ourworldindata.org/safest-sources-of-energy). Electricity shares are given for 2021. Data sources: Markandya & Wilkinson (2007); UNSCEAR (2008; 2018); Sovacool et al. (2016); IPCC AR5 (2014); Pehl et al. (2017); Ember Energy (2021).

[OurWorldinData.org](https://ourworldindata.org) – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

4.5 Costi

Alti costi fissi, bassi costi variabili

Andamento storico del costo del kWh:

- **convenienza varia secondo il prezzo del petrolio**
- **tendenza crescente per crescenti esigenze di sicurezza**

4.6 Ripresa attuale

Difficile raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione, il nucleare serve

Francia: da riduzione a rilancio

Regno Unito, altri 9 paesi europei: conservare, accrescere

UE neutrale, finanzia la ricerca

Mondo: non rinuncia a strumento per lo sviluppo

Per il futuro si prevede che rimarrà, anche con costi crescenti

4.7 Speranze nella ricerca

Fusione

tecnologia diversa (anche in Europa, al CERN di Ginevra)

Nuove generazioni della **Fissione** (tecnologia attuale): impianti piccoli, sicuri
Es.: reattori nucleari di IV generazione a sali fusi (*Molten Salt Reactors*, o Msr),
Leggeri: funzionano a combustibile liquido, a bassa pressione
→ costruiti su chiatte galleggianti?

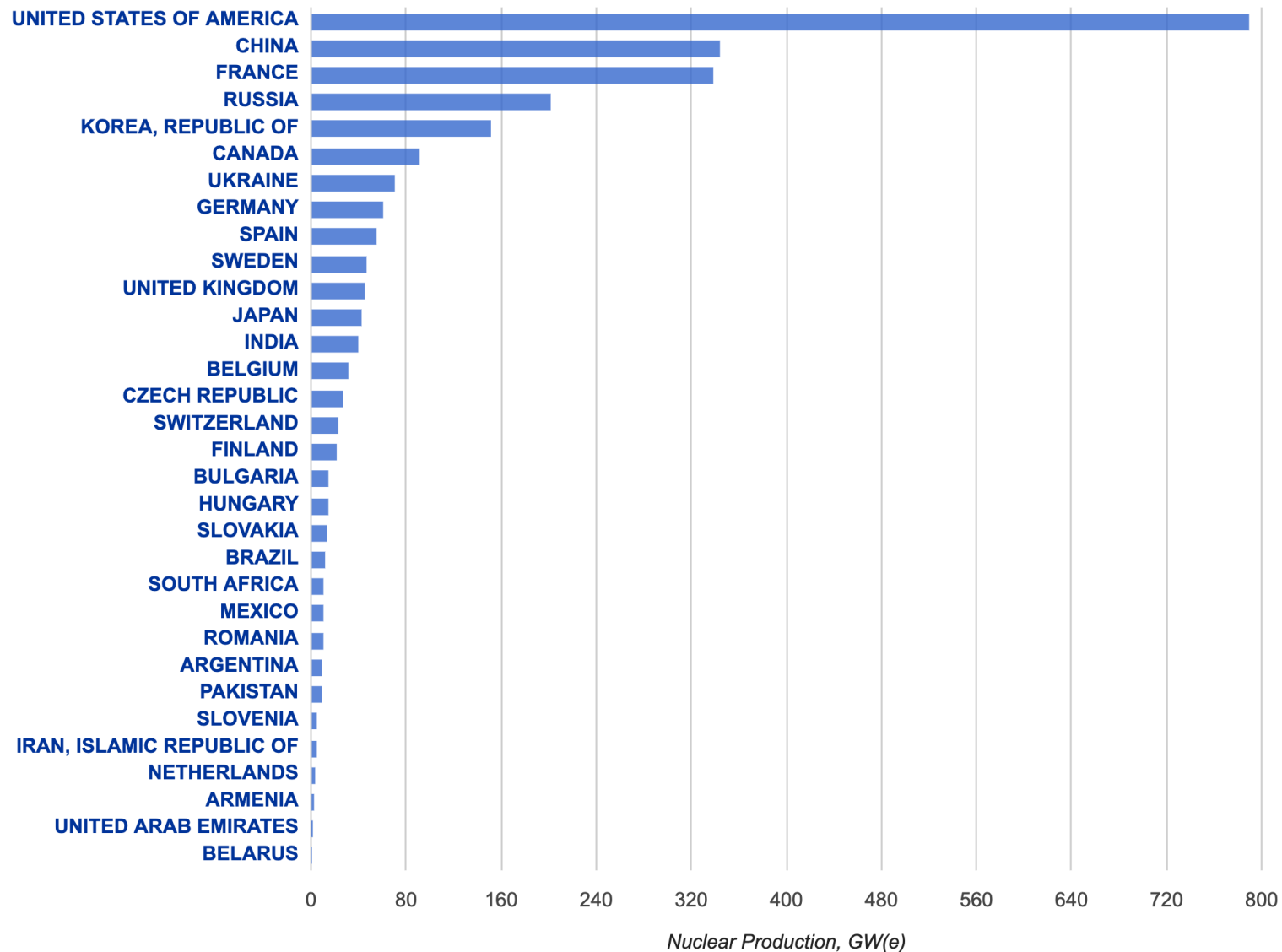
Sicuri: se malfunzionamento, il combustibile si rapprende **in un solido stabile**
Possono funzionare con le scorie radioattive delle centrali nucleari tradizionali
Ma non sono ancora pronti (corrosione, uso bellico del combustibile ...)

4.8 Timore proliferazione: impianti esistenti



IAEA

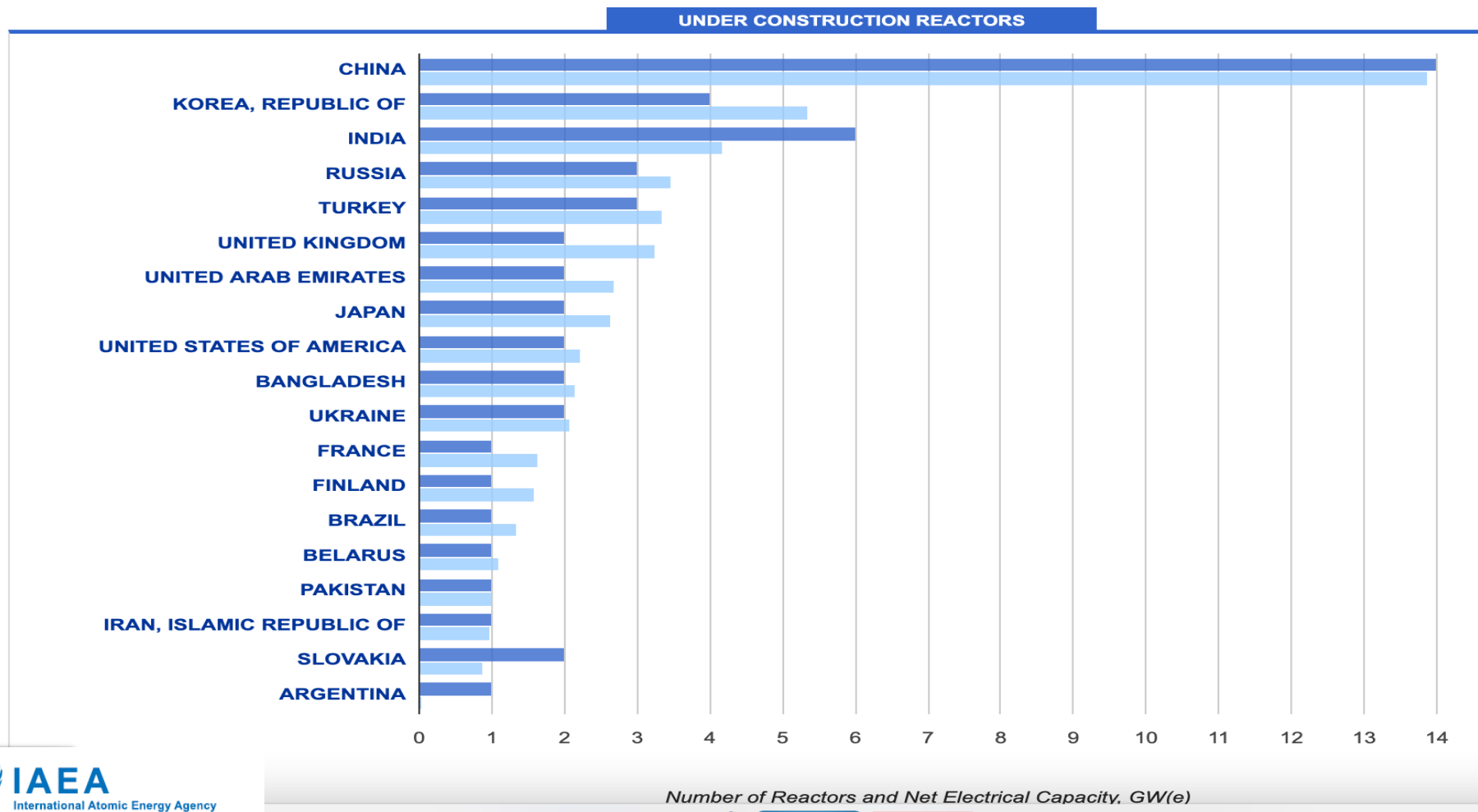
International Atomic Energy Agency



4.9 Timore proliferazione: impianti in costruzione

Under Construction Reactors

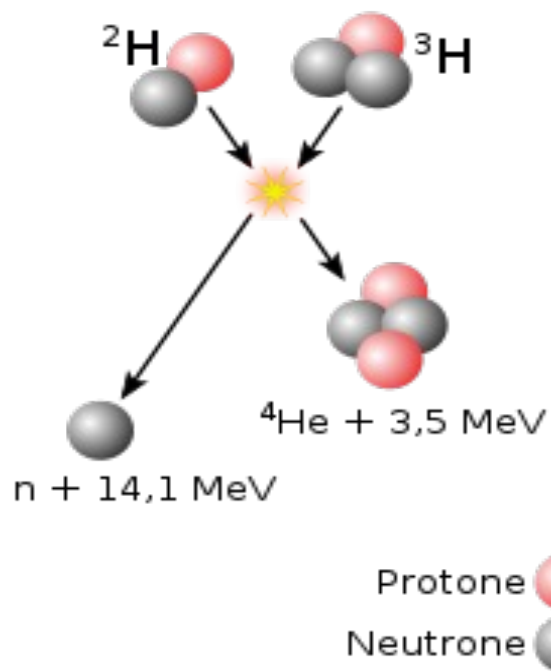
By Country By Type By Region



La parola: NUCLEO

nucleo atomico

la parte centrale di un [atomo](#) costituita da [protoni](#) (+) e [neutroni](#)



REAZIONE NUCLEARE

divisione di un nucleo
in due o più nuclei:
FISSIONE

OPPURE

unione di due nuclei in
uno: FUSIONE

RILASCIA ENERGIA

come fa il Sole

